不列颠图解科学丛书

宇宙

Britannica Illustrated Science Library

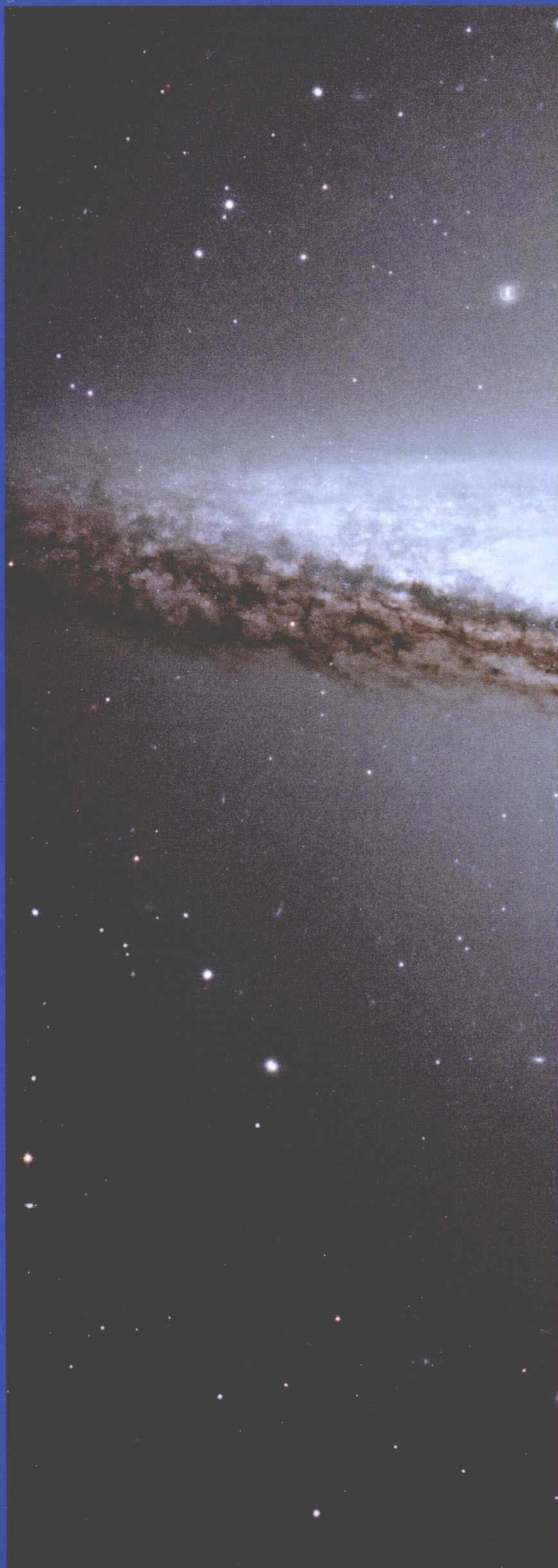


中国农业出版社

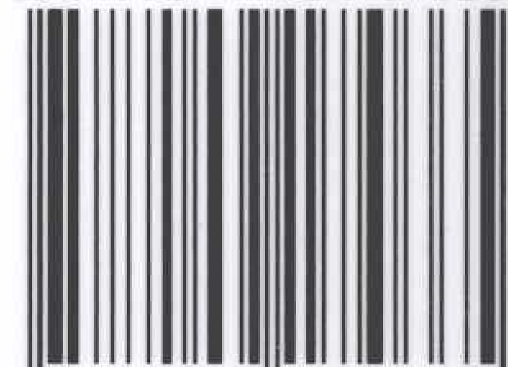
欢迎登录：中国农业出版社网站
www.ccap.com.cn

宇　宙

不列颠图解科学丛书



ENCYCLOPÆDIA Britannica



ISBN 978-7-109-17466-5

9 787109 174665

定价：50.00元

宇　宙

不列颠图解科学丛书

Encyclopædia Britannica, Inc.

中国农业出版社

图书在版编目（CIP）数据

宇宙 / 美国不列颠百科全书公司编著；李莉，王丽译. -- 北京：中国农业出版社，2012.12
（不列颠图解科学丛书）
ISBN 978-7-109-17466-5

Ⅰ. ①宇… Ⅱ. ①美… ②李… ③王… Ⅲ. ①宇宙－普及读物 Ⅳ. ①P159-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第309947号

Britannica Illustrated Science Library
Universe



© 2012 Editorial Sol 90
All rights reserved.

Portions © 2012 Encyclopædia Britannica, Inc.

Photo Credits: Corbis, ESA, Getty Images, Graphic News, NASA, National Geographic, Science Photo Library

Illustrators: Guido Arroyo, Pablo Aschei, Gustavo J. Caironi, Hernán Cañellas, Leonardo César, José Luis Corsetti, Vanina Farías, Joana Garrido, Celina Hilbert, Isidro López, Diego Martín, Jorge Martínez, Marco Menco, Ala de Mosca, Diego Mourelos, Eduardo Pérez, Javier Pérez, Ariel Piroyansky, Ariel Roldán, Marcel Socías, Néstor Taylor, Trebol Animation, Juan Venegas, Coralia Vignau, 3DN, 3DOM studio

不列颠图解科学丛书
宇　宙

© 2012 Encyclopædia Britannica, Inc.
Encyclopædia Britannica, Britannica, and the thistle logo are registered trademarks of Encyclopædia Britannica, Inc.
All right reserved.
本书简体中文版由Sol 90和美国不列颠百科全书公司授权中国农业出版社于2012年翻译出版发行。
本书内容的任何部分，事先未经版权持有人和出版者书面许可，不得以任何方式复制或刊载。
著作权合同登记号：图字 01-2010-1416 号

编　　著：美国不列颠百科全书公司
项 目 组：张　志　刘彦博　杨　春
策划编辑：刘彦博
责任编辑：刘彦博　黎春花　贾　彬
翻　　译：李　莉　王　丽
译　　审：张鸿鹏
设计制作：北京亿晨图文工作室（内文）；惟尔思创工作室（封面）
出　　版：中国农业出版社
（北京市朝阳区农展馆北路2号　邮政编码：100125　编辑室电话：010-59194987）
发　　行：中国农业出版社
印　　刷：北京华联印刷有限公司
开　　本：889mm × 1194mm　1/16
印　　张：6.5
字　　数：200千字
版　　次：2013年3月第1版　2013年3月北京第1次印刷
定　　价：50.00元



版权所有 翻印必究　（凡本版图书出现印刷、装订错误，请向出版社发行部调换）

宇　宙



目　录

宇宙是什么?

第6页

宇宙中有什么

第18页

太阳系

第38页

地球和月球

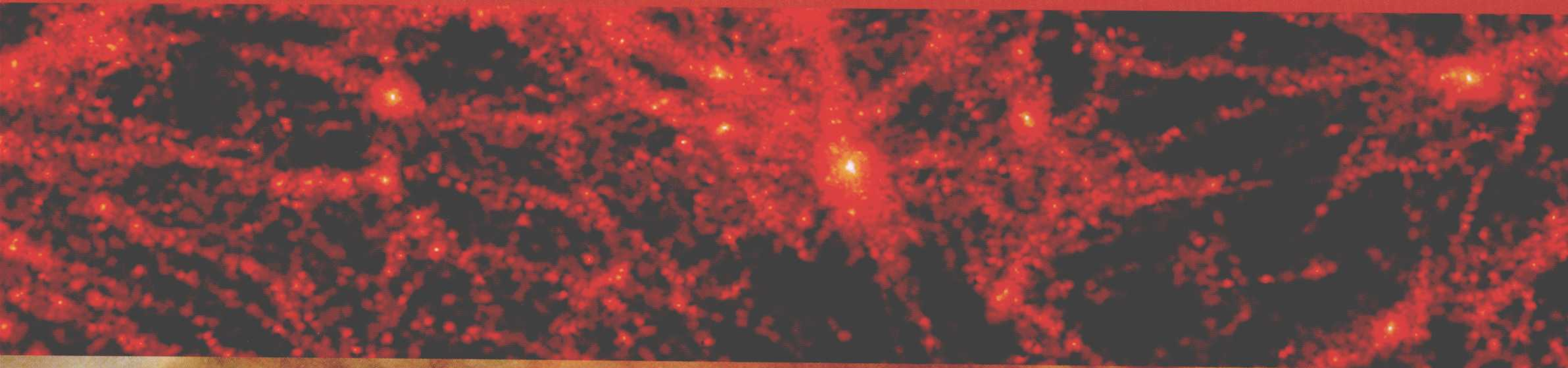
第66页

观测宇宙

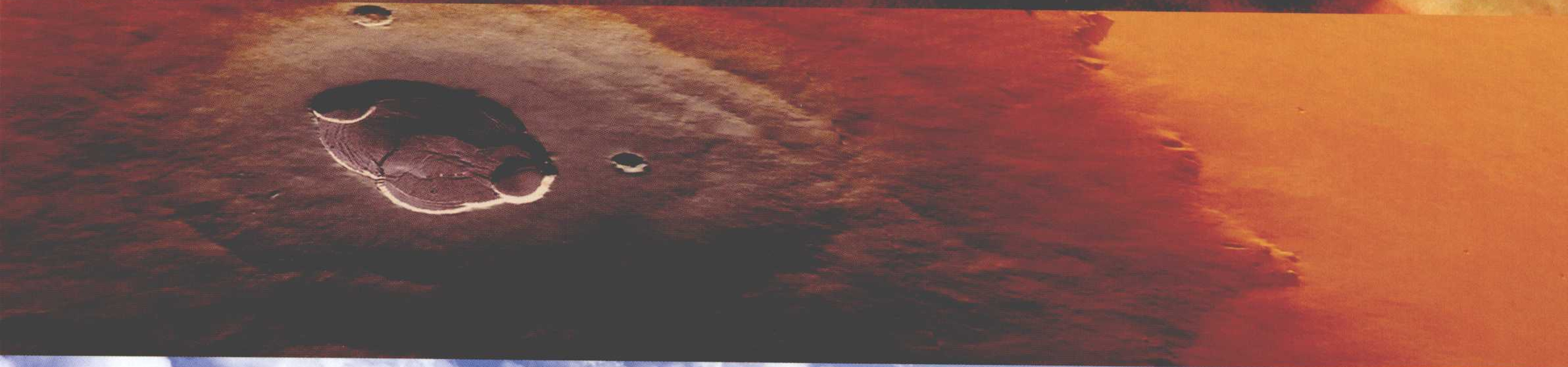
第80页

第1页照片

行星状星云——天文学领域
最容易拍摄的天体。











天鹰星云

在这个由星际尘埃构成的云柱中能够形成恒星。

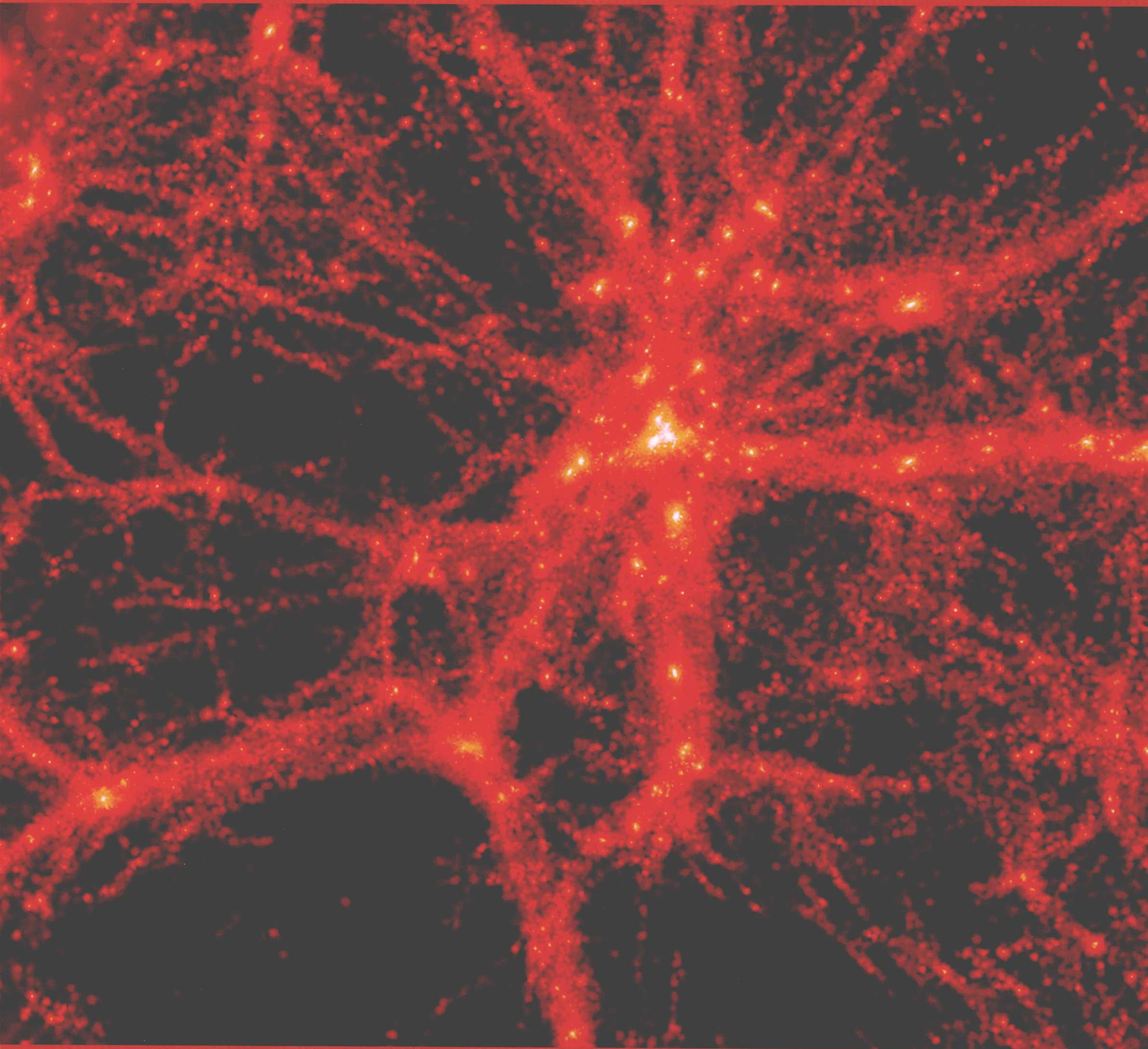
宇宙的奥秘

曾有一段时间，人们认为星星是天空中其他部落点燃的篝火，而宇宙是一个扁平的盘子，它被搁置在一只巨型海龟的背上。而希腊天文学家托勒密认为，地球是宇宙的中心。从远古时代，人们就好奇天球里隐藏着什么。这种好奇心驱使他们制造望远镜，让遥远模糊的物体变得清晰。在本书中，你可以通过精彩的图片和说明了解宇宙的历史，包括宇宙的形成、装点夜空的诸多光点的特性及其发展变化等。你还可以了解太空中像太阳一样的恒星是怎样诞生和死亡的，什么是暗物质和黑洞，以及我们在太空中的位置等。显然，通过对其他与地球类似的星球的研究使我们更加明白，世界上没有比地球更好的居住

地，至少目前是这样。

根据数理计算，银河系有超过1 000亿颗恒星。这个巨大的数字让人怀疑：我们的太阳真的是唯一一颗拥有适宜生物生存的行星的恒星吗？天文学家比以往更相信在其他星系中有生命存在，只是还没有找到而已。通过阅读本书，你会更加熟悉我们太阳系的邻居——其他星系，了解并识别它们最重要的特点。所有这些关于太空的奥秘都配有由最新型望远镜拍摄的照片，照片上显示了行星及其卫星的很多细节信息，比如位于星球表面的火山和环形山。你还可以了解到很多环绕太阳运行的小行星和彗星以及矮行星——冥王星的知识，包括空间探测器对冥王星的首次探访，以及天文学家从几年前就开始的对位于太阳系柯伊伯带的冰冻世界小天体的观测，我们已经知道它们比行星要小很多。一些图像及其说明文字能帮助你认识和理解构成宇宙的部分可见和不可见物体（比如暗物质）。书中的星球地图展示了自远古时代开始就被用来导航和制定历法的星系和星群。书中还有对天文学历史的回顾：从认为行星环绕地球运转的托勒密、提出太阳中心学说的哥白尼、第一个将望远镜对准太空的伽利略，一直到最现代的天文学说，比如史蒂芬·霍金这位时间与空间研究的天才，他对于宇宙最大奥秘的发现让我们震惊不已。读完这些内容，你会发现这本书已经将宇宙的奥秘全然交到了你的手中。

宇宙是什么？

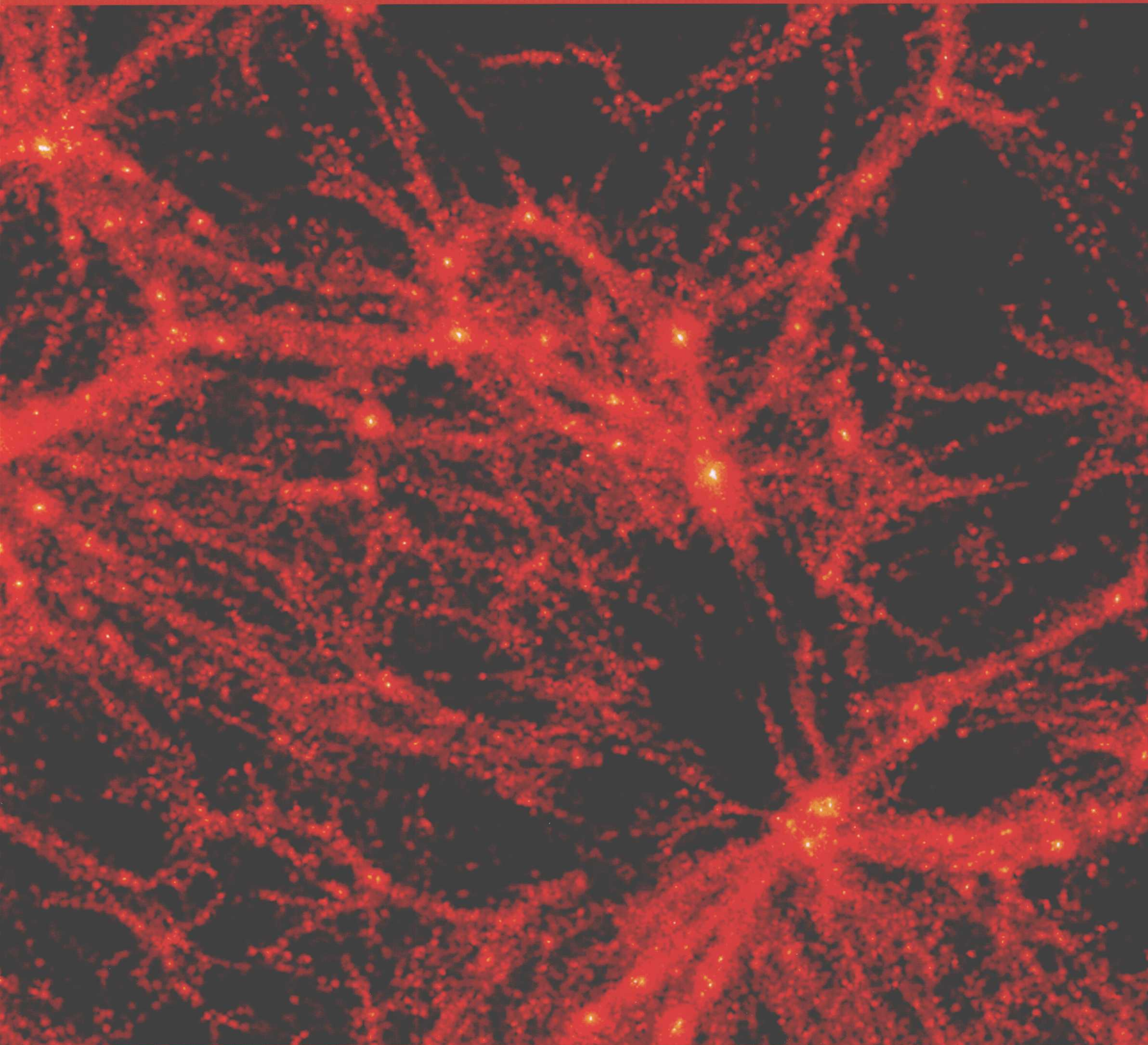


宇宙即存在的万事万物，从最小的粒子到最大的物体，以及所有的物质和能量。宇宙包括可见和不可见的物体，比如暗物质这个最大也是最神秘的宇宙成分。寻找暗物质是宇宙学目前最重要的任务之一。从理论上讲，暗物

暗物质

虽然暗物质用望远镜观测不到，但其对其他天体施加的引力证实了它们的存在。

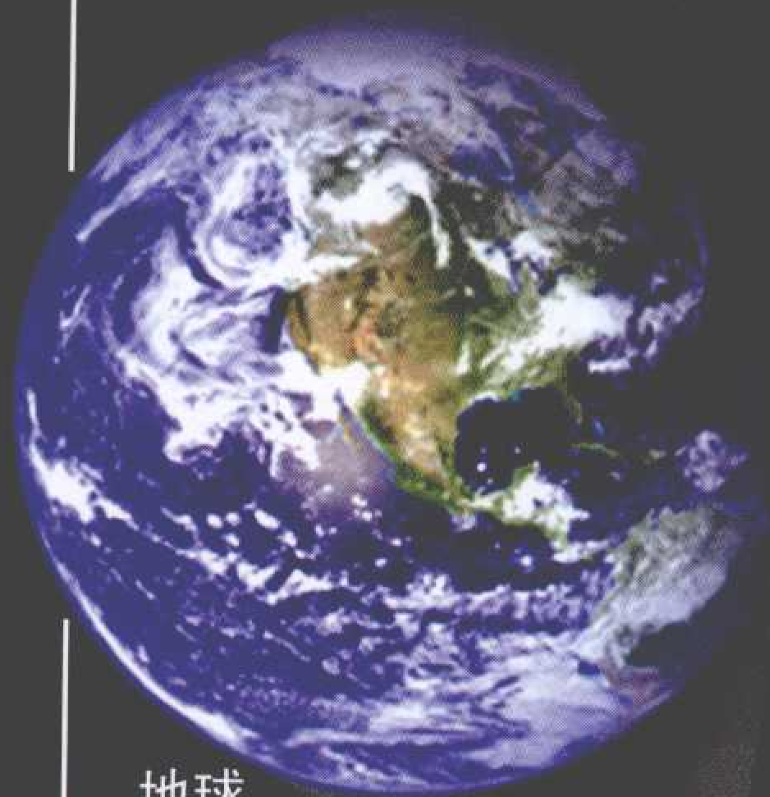
宇宙X射线 8–9
宇宙形成的瞬间 10–13
万事皆有尽头 14–15
宇宙的力量 16–17



质可能决定了空间的密度以及宇宙的归宿。你知道吗，宇宙每时每刻都在生长！天文学家经常在思考的问题，也是他们最关注的问题就是：宇宙在变得又黑又冷之前，它还能像气球一样膨胀多久？●

宇宙X射线

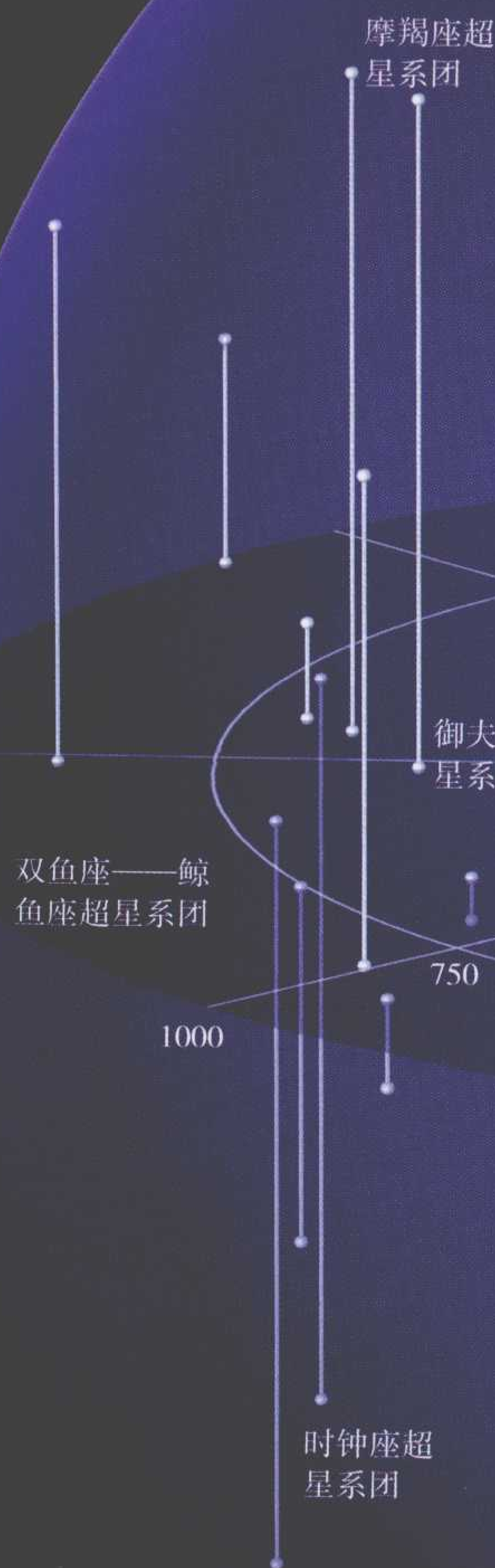
浩瀚神奇的宇宙中约有1 000亿个星系，每个星系（一般都在大的星群中）又由数十亿颗恒星组成。环绕星系的空间区域我们称之为宇宙空洞。对于宇宙的壮大，也许这样讲可以更好理解：我们脆弱的地球，亦或是银河，在茫茫的宇宙中都微不足道。



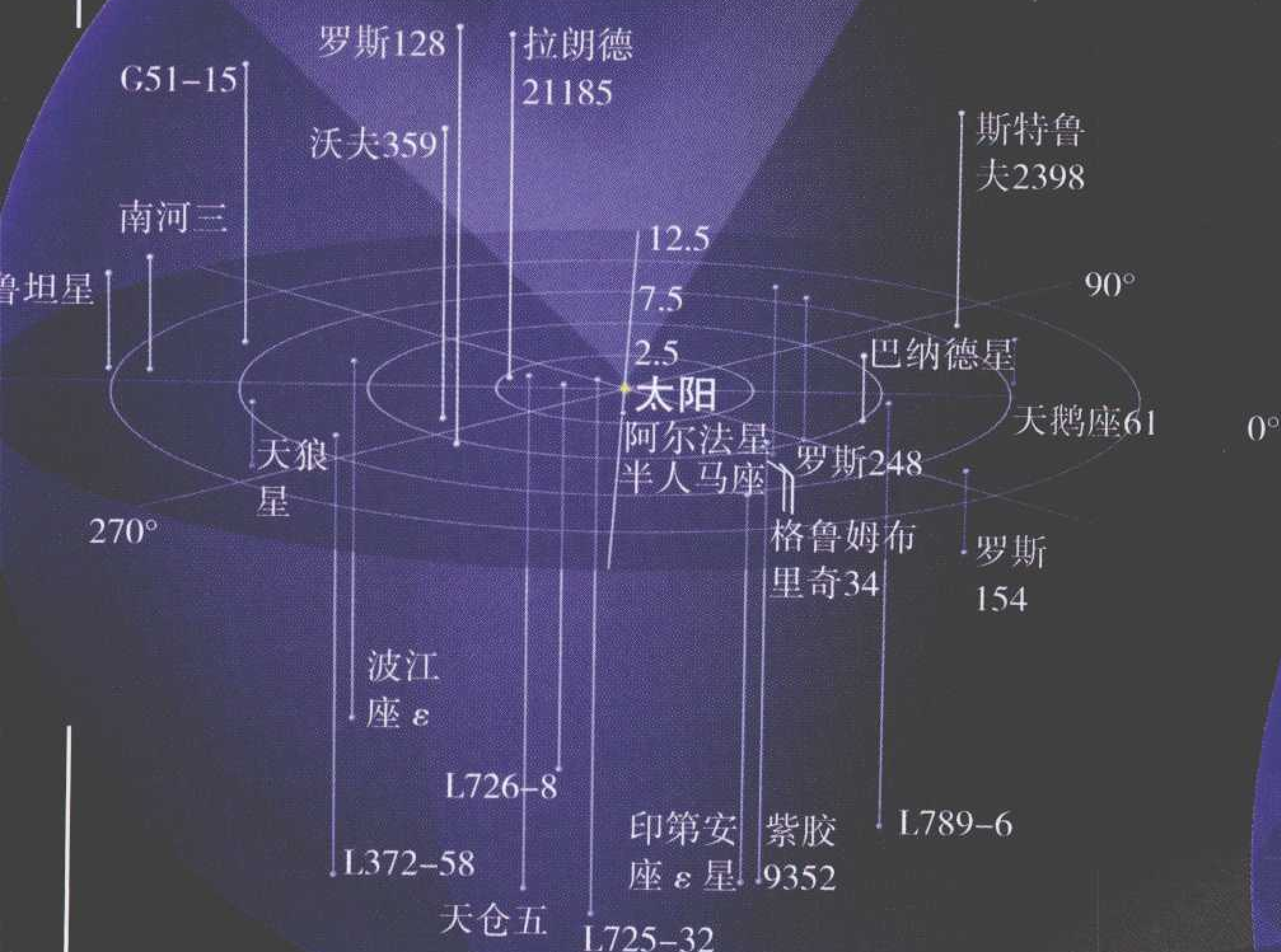
1. 地球 地球随同太阳系出现于宇宙已经91亿岁之时。地球是迄今为止人类发现的唯一有生命的行星。

宇宙

今天的宇宙形成于将近140亿年前的一次巨大爆炸中，其规模之大超乎我们的想象。宇宙中无数的恒星和星系还会继续膨胀。过去很长一段时间，天文学家曾经认为地球所在的银河系就是整个宇宙，到了近代（20世纪）才认识到外太空比此前想象的要大得多，而且还在不断扩大。



2. 附近的恒星 距离太阳不到20光年，是我们太阳系的邻居。



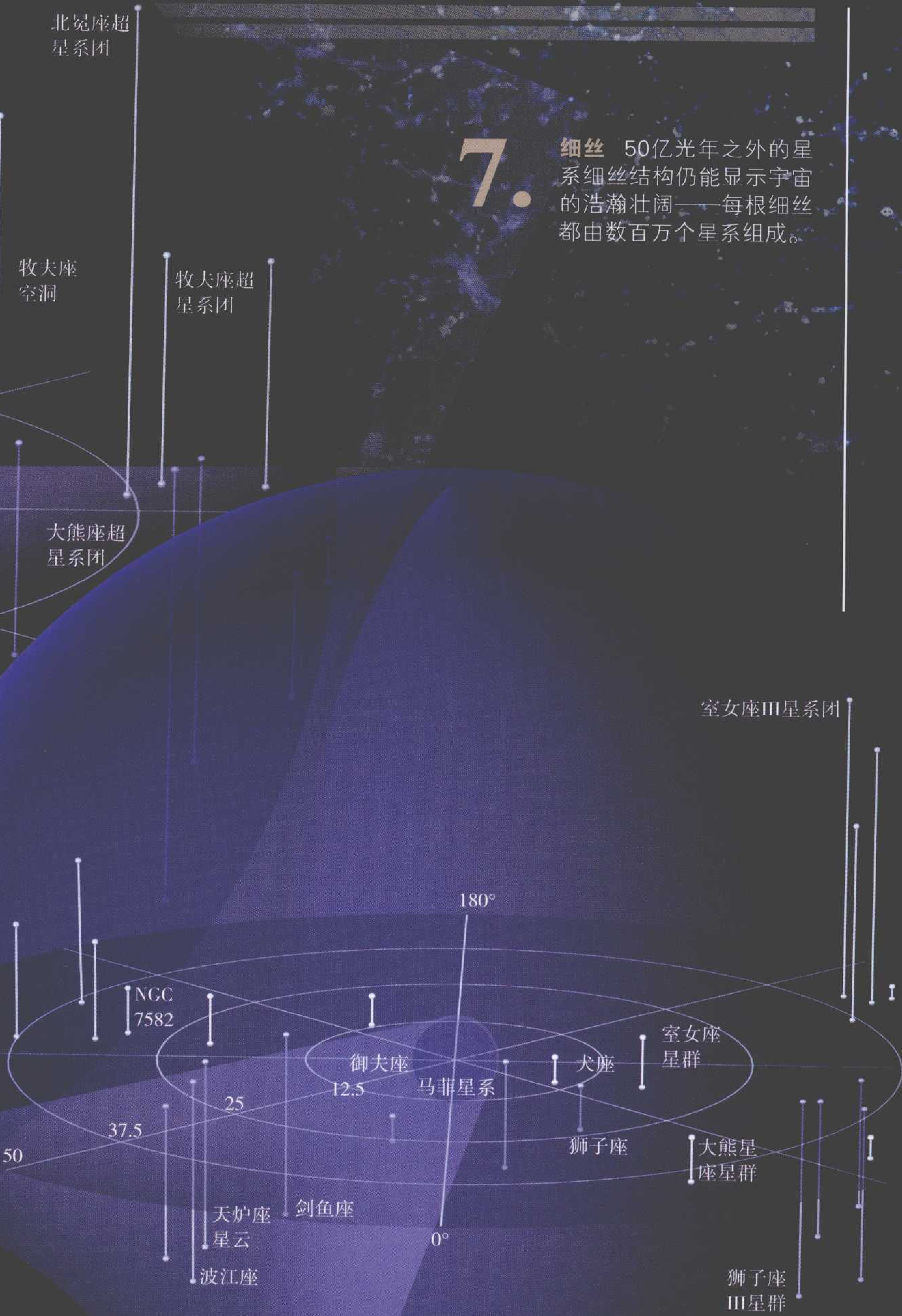
3. 邻居 距离100万光年的范围之内，我们发现了银河星系以及距它最近的星系。



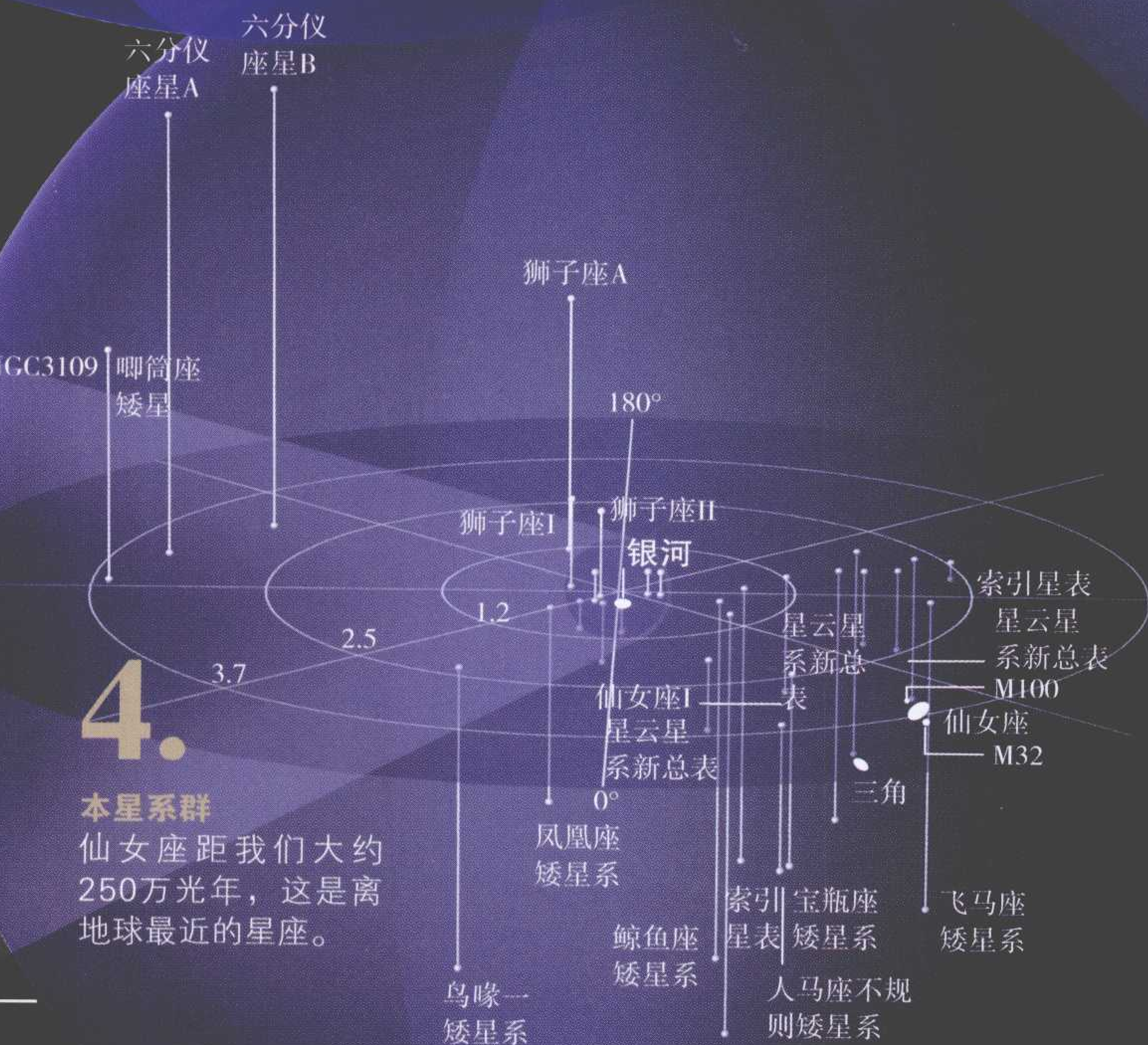


6. **超星系团** 在10亿光年范围内，可以看到数以百万计的星系群，我们称之为超星系团。

7. **细丝** 50亿光年之外的星系细丝结构仍能显示宇宙的浩瀚壮阔——每根细丝都由数百万个星系组成。



5. **最近的星系团** 在1亿光年的范围内，可以看到距离银河系最近的星系团。



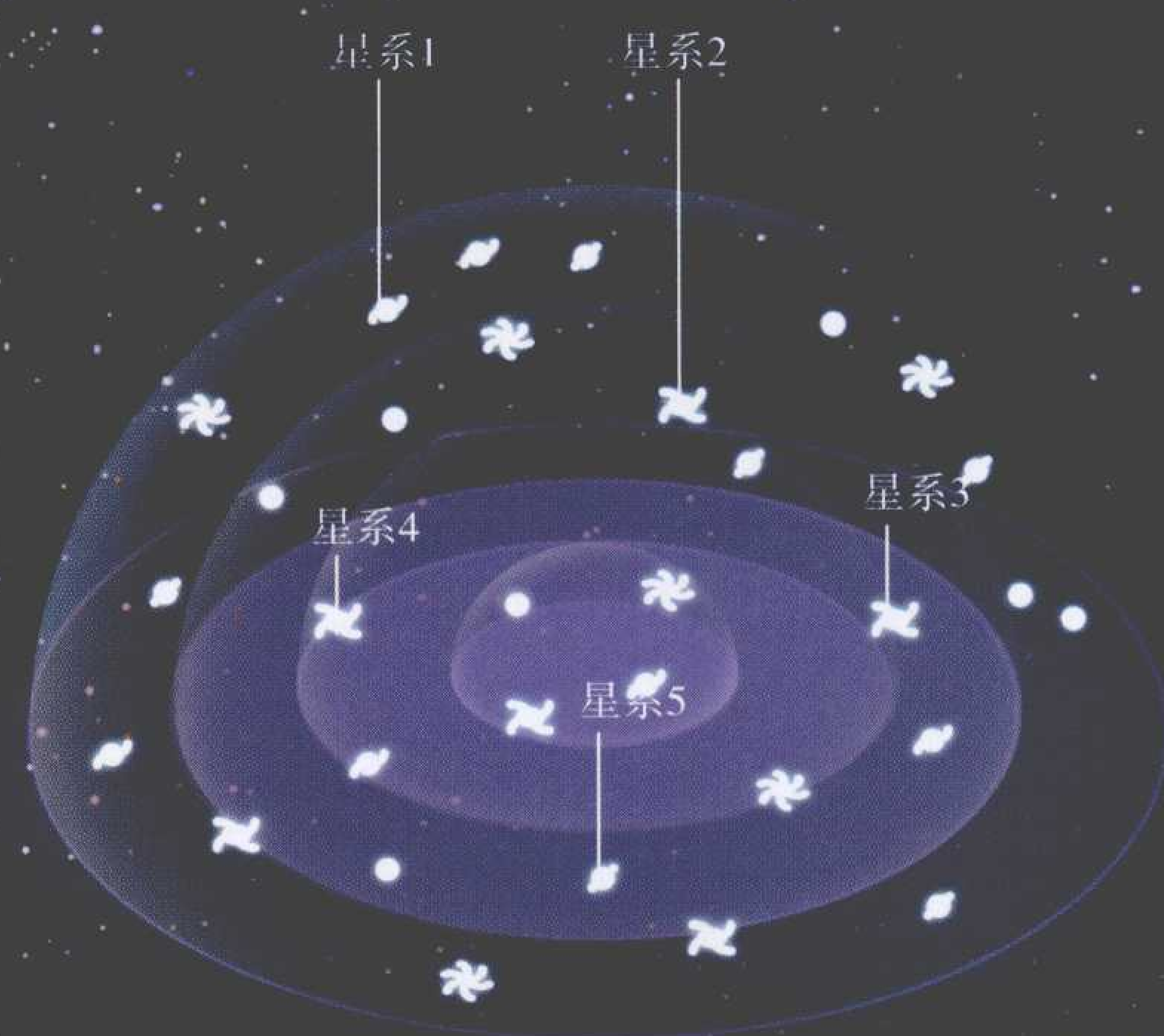
4. **本星系群** 仙女座距我们大约250万光年，这是离地球最近的星座。

1 000亿

这是宇宙内星系的总数量，说明宇宙不但规模要比以前人们所想象的更为巨大，而且存在时间也比人们此前想象的还要久远。

宇宙形成的瞬间

我们现在不可能精确地知道宇宙是如何从无到有形成的。根据目前被科学界广为接受的大爆炸理论，最初——距今137亿年之前，宇宙是一个无限小的致密火球，由它产生了空间、物质和能量。但其中有一个重要问题，至今仍无定论：是什么使这个充满浓缩能量，并创造了物质和反物质的小光点从虚无中产生。在随后很短的时间里，年轻的宇宙开始扩张和冷却。经过了数十亿年的变迁，终于形成了今天我们所知的模样。



宇宙是如何成长的

宇宙膨胀是整个宇宙的一次扩张。地球所在银河系的邻居们相当整齐划一地出现了。不管在哪里，星系的类型和背景温度都大体一致。

能量辐射

生成宇宙的燃烧火球是一个永久性的辐射源。亚原子粒子和反粒子彼此湮灭对方。火球的高密度致使物质自动生成和灭亡。如果这种状态一直持续，那么宇宙永远都不会经历科学家们所相信的随宇宙膨胀而产生的扩展。

时间	0	10^{-43}秒	10^{-38}秒
温度	-	10^{32}℃	10^{29}℃

1 科学家提出这样的推论：从虚无中产生了无穷小的、致密的热物质。而今天宇宙存在的一切，在最初只是一个比原子还小的压缩的球。

2 在能够到达的最接近物理学0时的一刻，温度极高。在宇宙开始膨胀之前，一种超力量控制着一切。

3 宇宙是不稳定的。在大爆炸之后的10^{-38}秒内，宇宙的规模以1万亿万亿万亿倍的速度扩张。宇宙的扩张和力量分离开始了。

最初的粒子

在其初始阶段，宇宙是一钵粒子汤，粒子之间因高辐射而相互影响。随着宇宙膨胀，夸克构成了元素的原子核，接着与电子结合构成原子。

电子 带负电荷的基本粒子。

光子 无质量的基本发光粒子。

引力子 据说能够传输引力作用。

胶子 负责夸克之间的相互作用。

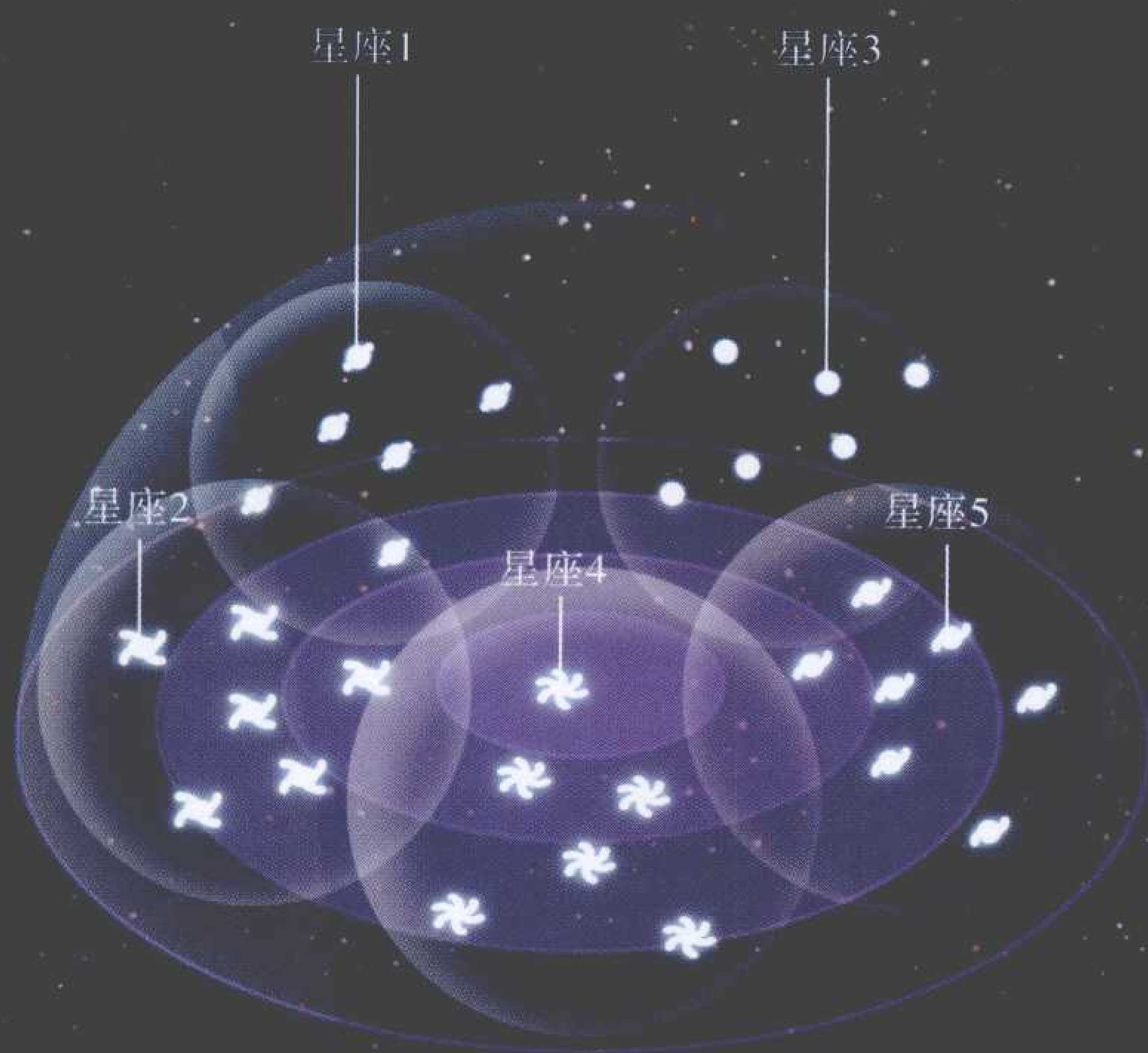
夸克 很轻的基本粒子。

宇宙膨胀理论

虽然持大爆炸理论的天文学家认为宇宙起源于一个非常小的、炽热的致密球，但是他们并不能解释宇宙以惊人的形式膨胀的真正原因。1981年，物理学家艾伦·古思提出了解决这个问题的膨胀理论。在极短的时间内（不到千分之一秒），宇宙生长了1万亿万亿万亿倍。扩张期结束时，宇宙温度逼近绝对零度。

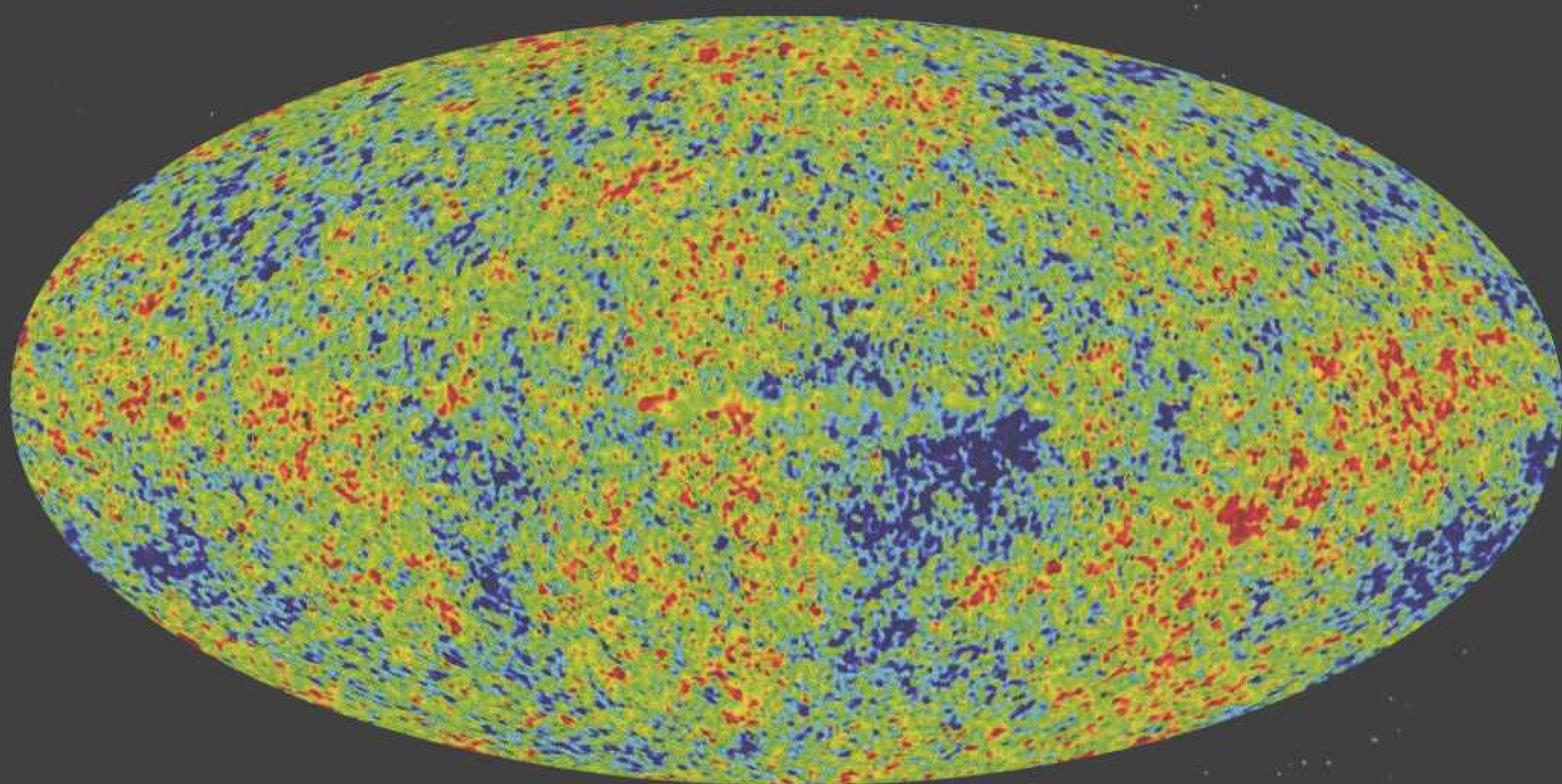
宇宙不成长会是什么样

如果宇宙没有经历膨胀，那么它会是一个不同区域的集合体，每个区域有各自独特的星系类型，彼此之间千差万别。



威尔金森微波各向异性探测器（WMAP）

美国国家航空航天局（NASA）的WMAP计划绘制了宇宙的背景辐射地图。在这张地图中可以看到较热地区（红色—黄色）和较冷地区（蓝色—绿色）。WMAP使确定暗物质的数量成为可能。



力量分离

在宇宙膨胀之前的辐射期内，只有一种统一的力控制着所有的物理互动活动。第一种能够被加以区分的力是重力，随之而来的是电磁和核之间的相互作用。宇宙力量分离之时，物质就产生了。



10^{-12}秒

10^{15}℃

4 宇宙经历了一次重大的冷却。重力开始显现，电磁力与强核力和弱核力之间的相互作用产生了。

10^{-4}秒

10^{12}℃

5 质子和中子出现，每个质子和中子由三个夸克构成。由于所有的光都局限于粒子网中，宇宙仍然是黑暗的。

5秒

5×10^{9}℃

6 电子及其反粒子、正电子互相湮灭，直到正电子消失。剩下的电子形成原子。

3分钟

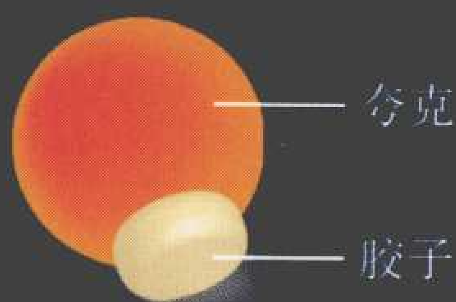
1×10^{9}℃

7 最轻的元素氢和氦的核子形成。质子和中子共同构成原子核。

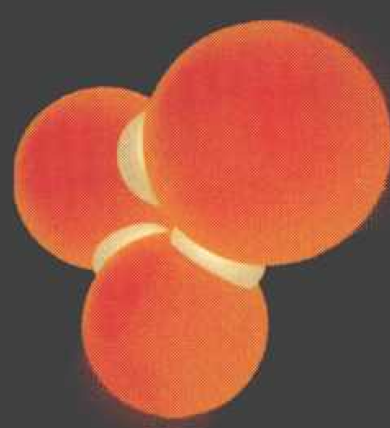
1秒 中微子通过中子的瓦解从初始粒子汤中分离出来。虽然质量极小，但它却可能占据了宇宙暗物质的最大部分。

从粒子到物质

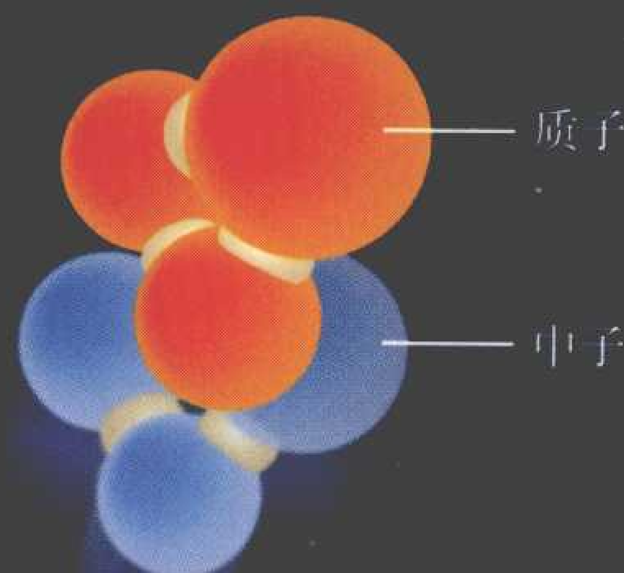
夸克以及其他最古老的粒子，借助于胶子传递的力产生相互作用。随后，质子和中子结合形成原子核。



1 胶子与夸克相互作用。



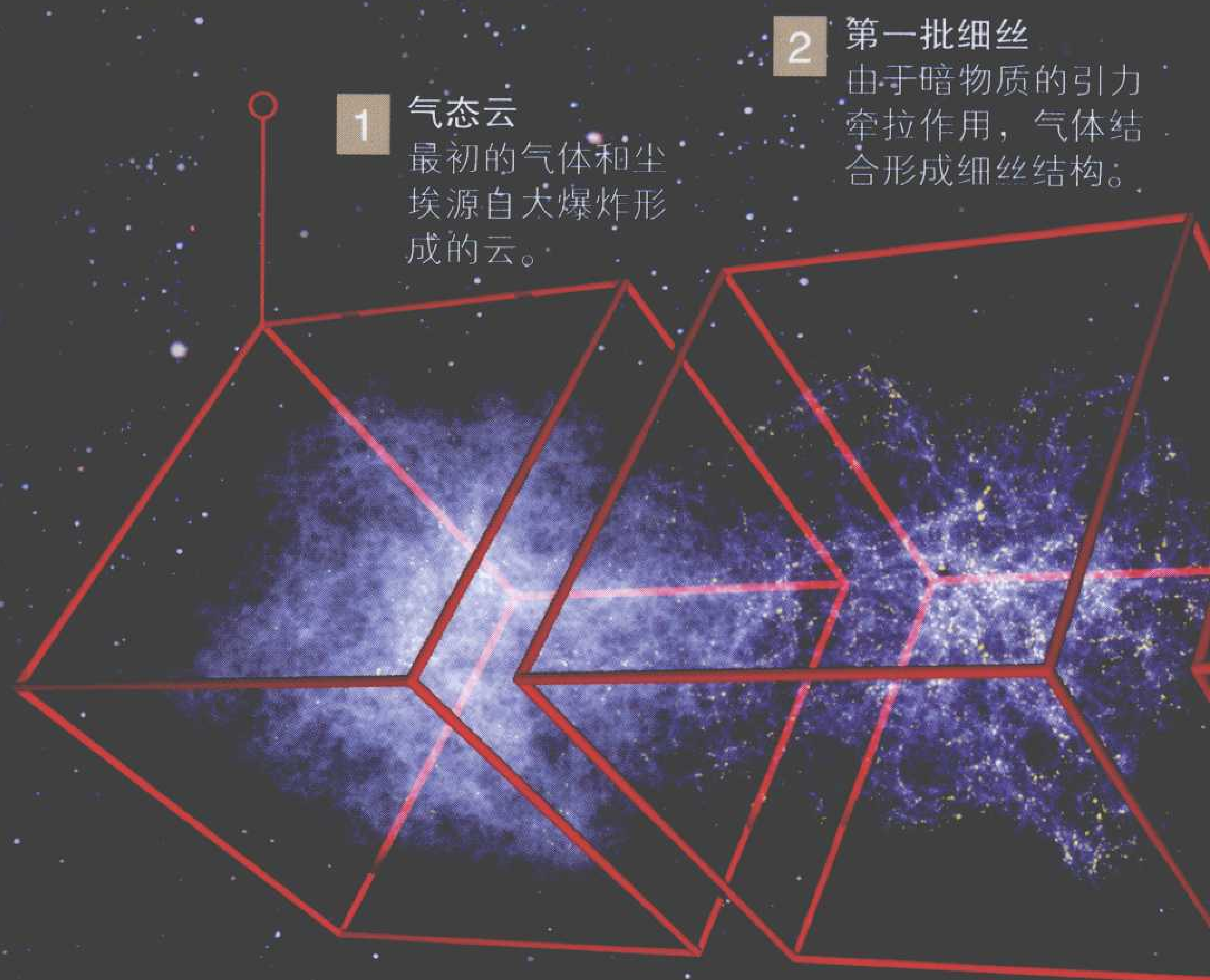
2 夸克经由胶子结合，形成质子和中子。



3 质子和中子结合生成原子核。

透明的宇宙

随着原子的诞生和宇宙自身的全面冷却，曾经不透明的致密宇宙开始变得透明。电子受到氢质子和氦核子的吸引，共同形成了原子。光子（无质量的光粒子）此时能自由地穿越宇宙。随着宇宙的冷却，辐射量虽然仍旧很大，但已不再是宇宙的唯一控制要素。现在物质通过引力能够决定自身的命运。在这个过程中出现的气块越变越大，1亿年之后形成了更大的物体。它们的形状尚未定型，构成了原星系。在大爆炸发生约5亿年之后，在引力的作用下形成了第一批星系，而第一批恒星开始在这些星系最密集的地方发光。为什么星系以那种方式分布和形成仍是一个未解之谜。但天文学家通过间接证据证实，那些所谓暗物质的存在对星系的形成起到了一定的作用。

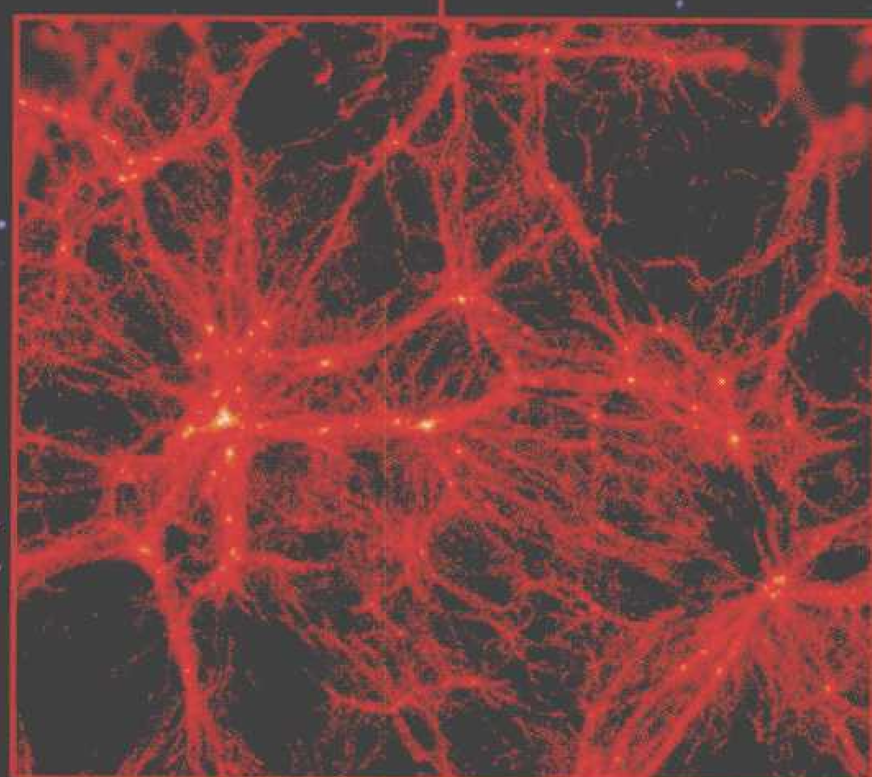


1 气态云
最初的气体和尘埃源自大爆炸形成的云。

2 第一批细丝
由于暗物质的引力牵拉作用，气体结合形成细丝结构。

暗物质

可见物体只是宇宙中的很小一部分，绝大部分是不可见的——即使是用最先进的望远镜也看不到。宇宙中的星系及其恒星之所以在不停地移动，是因为某种物质产生的引力作用，天文学家称这种物质为暗物质。



物质的演变

如今我们能在宇宙中观察到的只是大量组合成星系的物质，但那并不是宇宙的原始形态。大爆炸最初产生的是一团均匀分散的气体云。300万年后，气体自身开始形成细丝。现在我们可以将宇宙视为一个由星系细丝以及细丝之间的巨大空洞形成的网络。

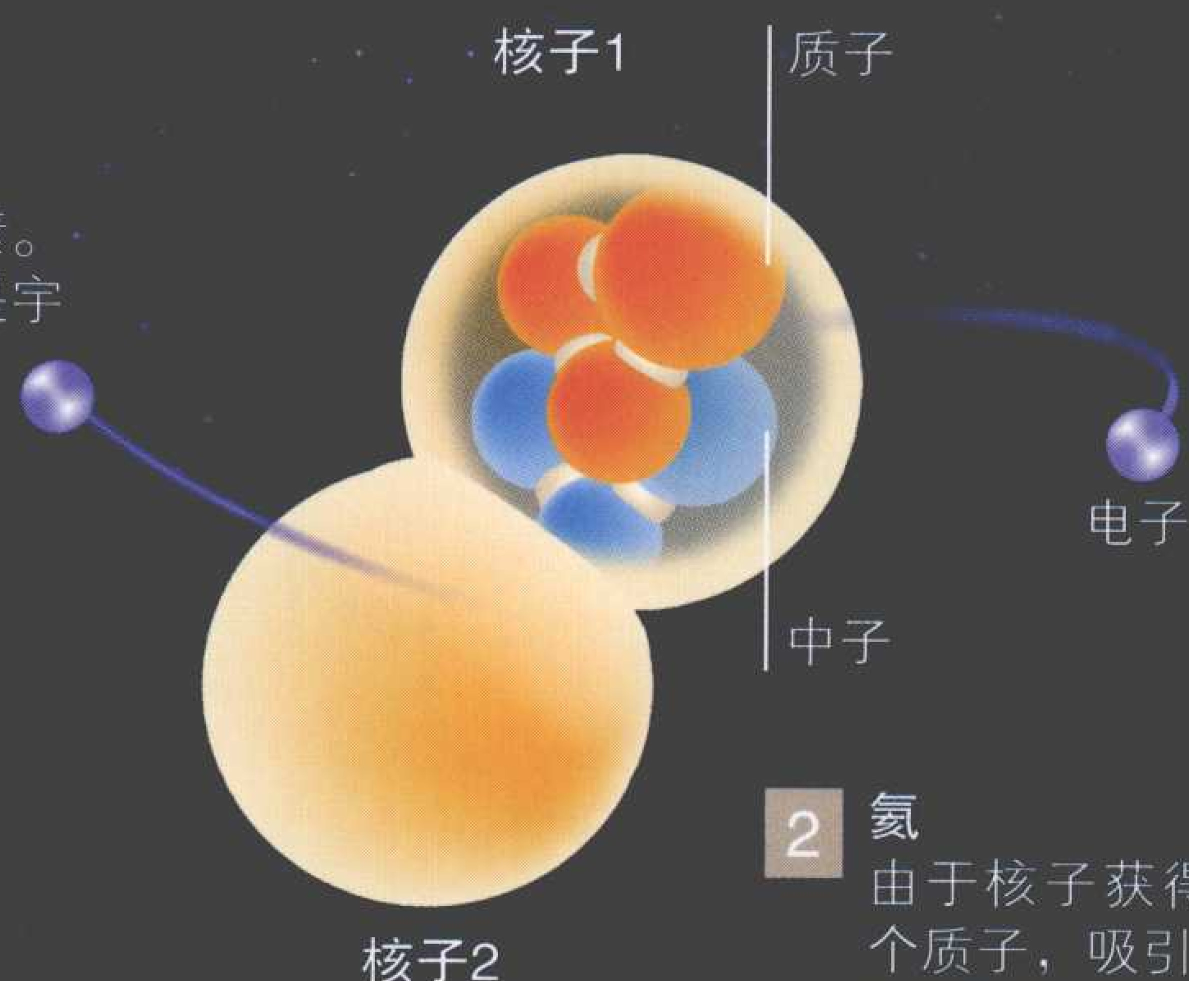
时间	38万年	5亿年
温度	2 700℃	-243℃

8 大爆炸38万年之后，原子形成。受质子的吸引，电子环绕核子运行。宇宙变得透明，光子在空间穿行。

9 星系形成了它们最终的形状：数以亿计的星星以及大量的气体和尘埃形成的岛状物。恒星爆炸形成超新星，释放较重的元素，比如碳。

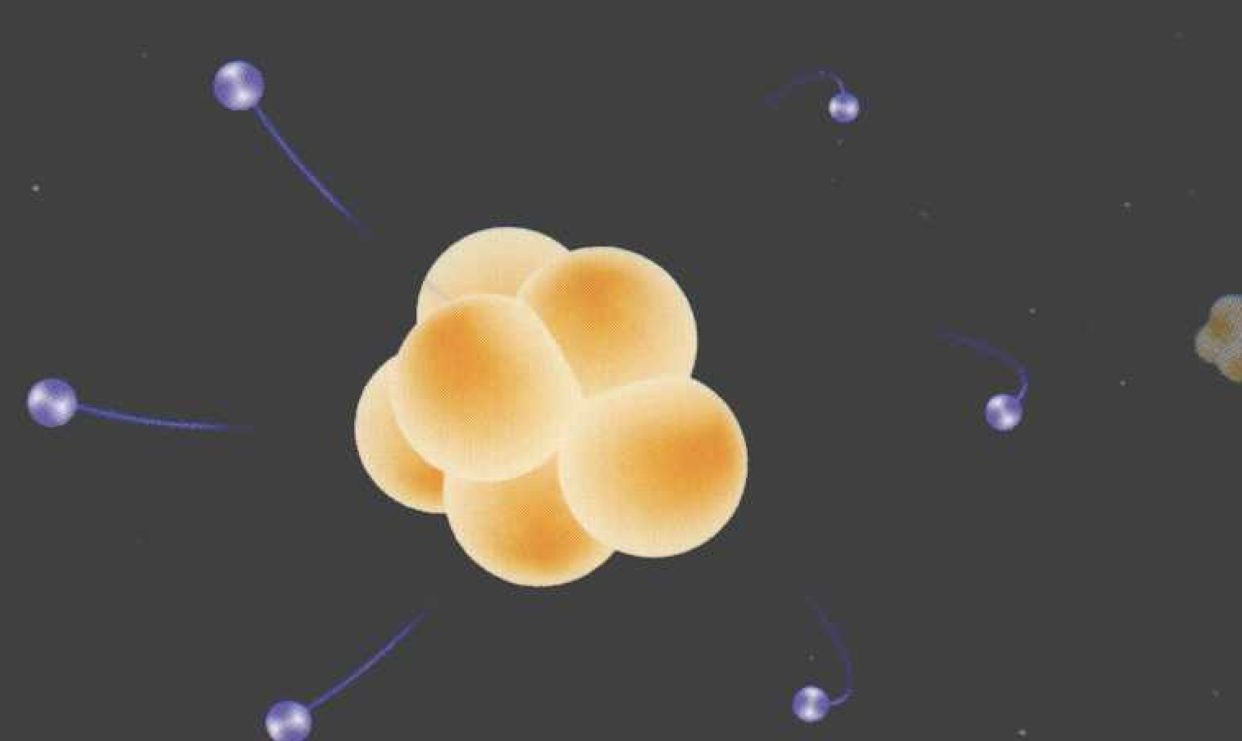
第一批原子

氢和氦是原子层面上最先形成的元素。它们是恒星和行星的主要成分，也是宇宙中迄今数量最多的元素。



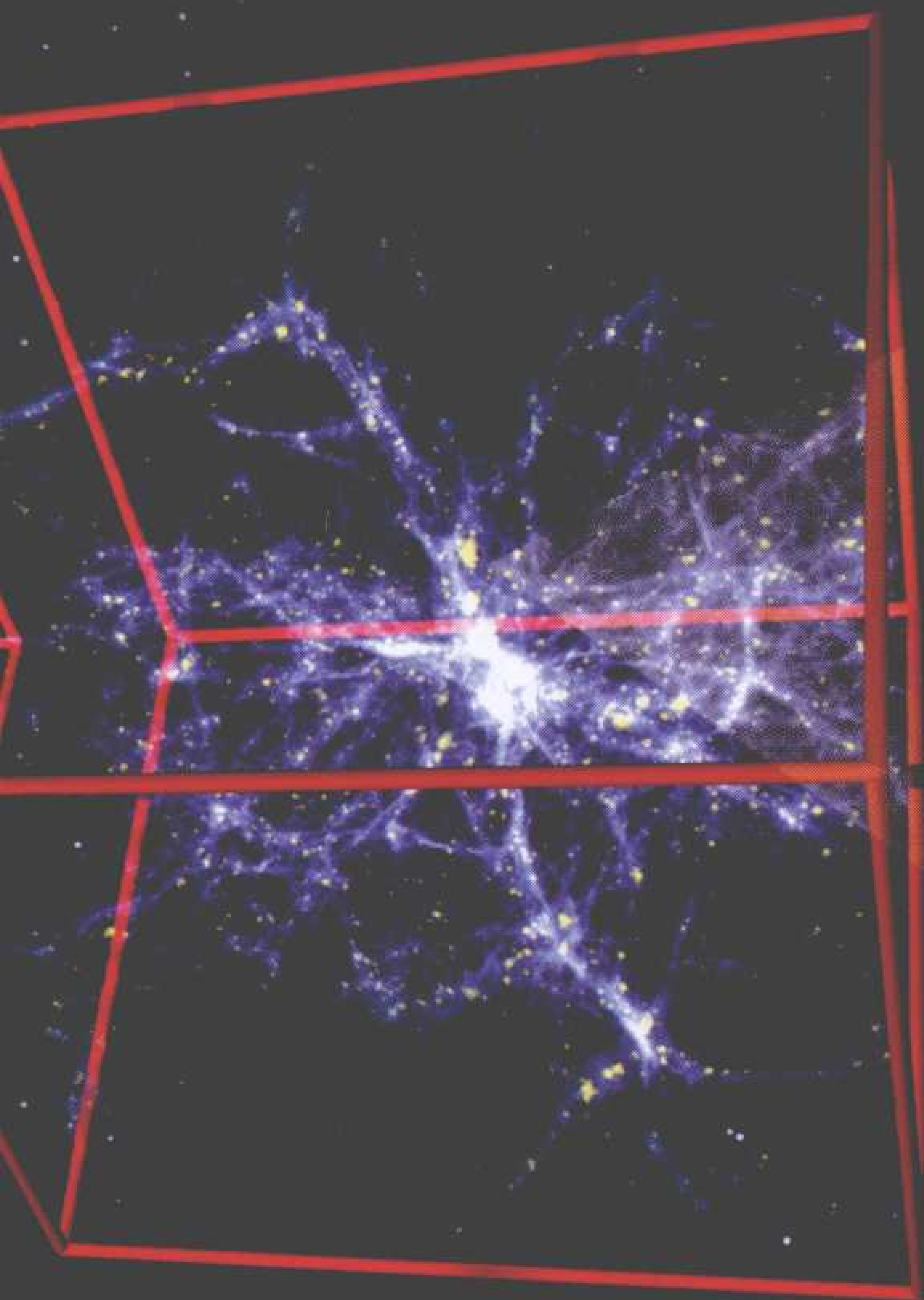
1 氢
1个电子受到核子的吸引，环绕核子运行。原子核由1个质子和1个中子构成。

2 氦
由于核子获得2个质子，吸引了2个电子。



3 碳
随着时间的推移，较重较复杂的元素逐步形成。碳，作为人类生命的关键元素，其核子获得了6个质子，有6个电子环绕核子运行。

3 星系细丝网
宇宙中存在大型星系细丝网，其中包含数以亿计的星系。





91亿年

地球诞生

跟其他行星一样，地球是由太阳形成之后的留存物质形成的。地球是已知唯一有生命存在的星球。

90亿年

–258℃

10 大爆炸90亿年后，太阳系出现。大量的气体和尘埃瓦解，直到太阳诞生。随后，行星系在剩余物质中产生。

137亿年

–270℃

11 宇宙继续膨胀。无数星系被暗物质包围着，暗物质占据宇宙质量和能量的22%。普通物质，也就是恒星和行星的构成物质，仅占总量的4%。而能量的主要形式是暗能量，这也是一种未知的能量类型，它们占总质量和能量的74%。

时间轴

如果将与宇宙历史相关的时间跨度按比例放到一年当中，那么这么长的时间跨度就很容易理解了。在这一年要经历宇宙诞生、人类生命在地球上出现和哥伦布航行到达美洲等重大事件。假设在这个假想年的1月1日午夜零时，大爆炸发生了。那么在12月31日的晚上11点56分，智人才出现，而哥伦布正是在这一年最后一天的最后一秒钟开始航行。在这个时间轴上，1秒钟等于500年。

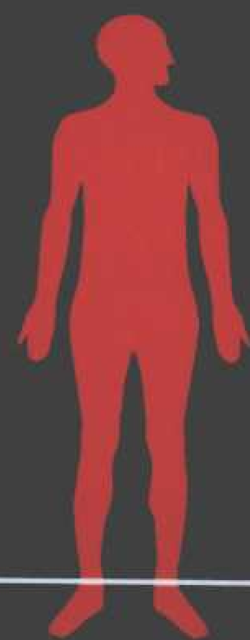
发生在这一年第一天的第一秒钟。

1月

在这个时间轴上的8月24日诞生。

哥伦布到达美洲
在这个时间轴上最后一天的最后一秒钟。

12月



万物皆有尽头

大爆炸理论帮助我们解决了宇宙早期的谜题，还有一个未来之谜尚未解决。要解开这个谜，必须知道宇宙的总质量，但是至今尚无确切的答案。最近的观测资料帮助我们消除了部分不确定性。看起来，宇宙的质量太小了，以至于不能阻止它自身的扩张。如果情况真是这样，那么宇宙当前的生长不过是它在完全死亡变得彻底黑暗之前的最后一步。

扁平的宇宙

1 有一个质量临界点，在这个点上，宇宙的扩张速度会不断变慢，但并不会完全停止。永远扩张的结果是不断增加星系和恒星。如果宇宙是平坦的，那我们可以说宇宙源自一次爆炸，但是它会一直不停地向外扩张。这样的宇宙是很难想象的。

1 宇宙不断扩张演变。

2 宇宙的扩张永无休止，但是速度会逐渐减慢。

3 引力并不足以让宇宙的扩张完全停止。

4 宇宙无限扩张。

大爆炸

1 在最初的爆炸之后，宇宙开始生长。

2 扩张持续进行，而且非常明显。

霍金的宇宙理论

宇宙最初由四个空间维度构成，没有时间维度。根据霍金的理论，没有时间就没有变化，于是其中一个维度自发地转化成了时间维度，于是宇宙开始扩张。



三维度空间中的物体



随着时间变化的物体

封闭的宇宙

2 如果宇宙超过临界质量，那么它会一直扩张，直到引力能够使其停止扩张为止。然后，宇宙会在大收缩中缩小，直到最后彻底崩溃，成为无限小的致密的热点，与宇宙形成之初的热点类似。届时，引力对宇宙过剩物质的拉力会停止其扩张，并逆转这个过程。

大收缩

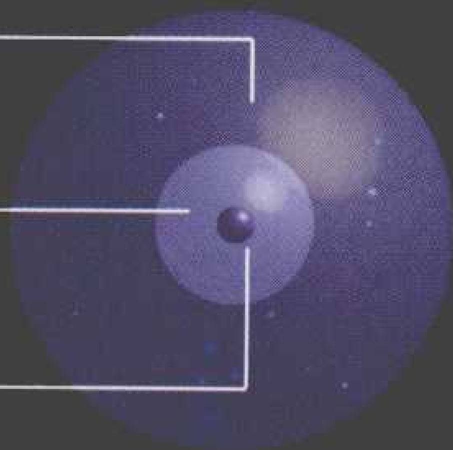
1 宇宙猛烈地扩张。

2 宇宙的生长速度变慢。

3 宇宙自己崩溃，形成一个致密的热点。

如何形成

假设暗能量是宇宙的主导力量，那么它加速了宇宙的扩张。



发现

帮助形成大爆炸理论的重大发现由埃德温·哈勃在20世纪20年代完成，他发现星系之间的距离在逐步拉大。在20世纪40年代，乔治·伽莫夫提出了宇宙起源于一个原始爆炸的理论。20世纪60年代，阿诺·彭齐亚斯和罗伯特·威尔逊意外地发现了背景辐射，而背景辐射可能正是大爆炸所产生的后果之一。



20世纪20年代

星系扩张

哈勃注意到光向光谱的红端移动的红移现象，从而证明了各个星系相互之间的距离正在拉大。



20世纪40年代

伽莫夫的猜想

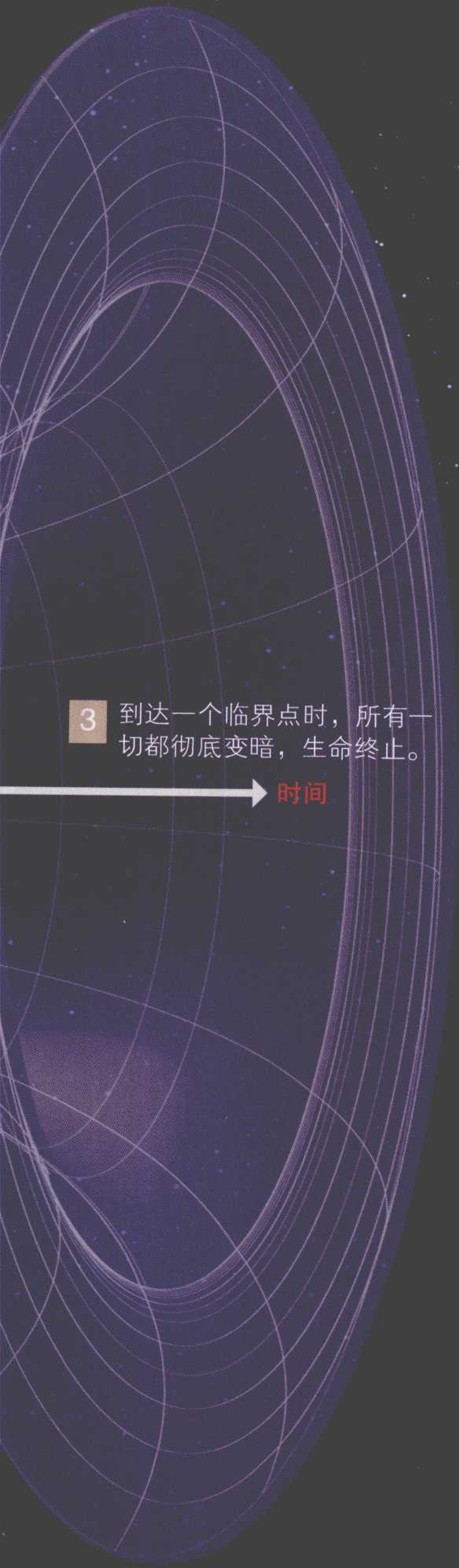
伽莫夫首先假设了大爆炸概念，认为早期的宇宙是粒子"大锅炉"。



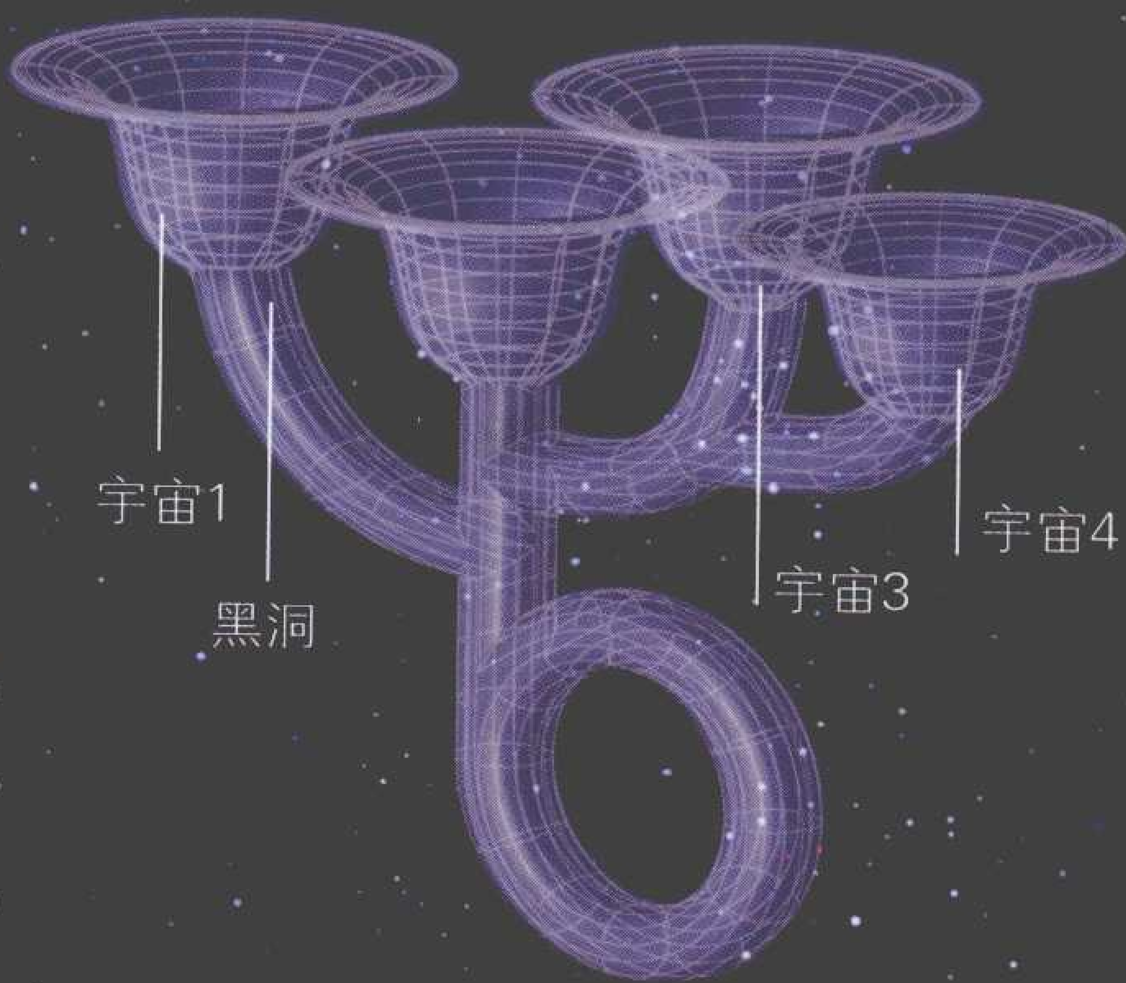
1965年

背景辐射

彭齐亚斯和威尔逊检测到了来自天空的无线电信号——背景辐射的统一信号。



3 到达一个临界点时，所有一切都彻底变暗，生命终止。



自我生成的宇宙

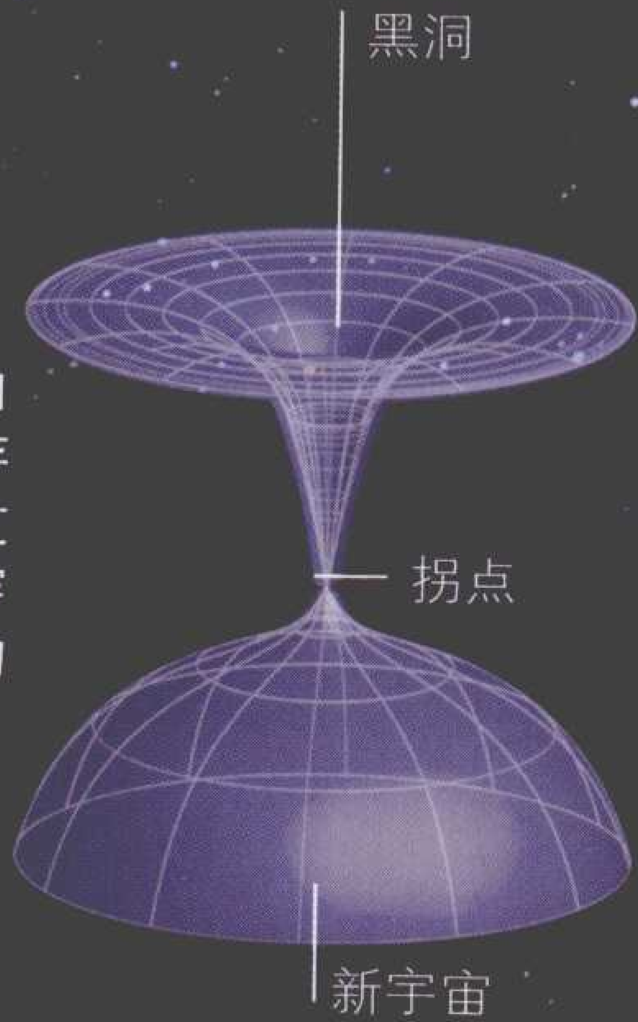
3 一个影响力相对较小的关于宇宙性质的理论认为，宇宙是自我生成的。如果真是这样，那么会不断产生新的宇宙，就像树枝一样，它们之间可能由特大质量的黑洞连接起来。

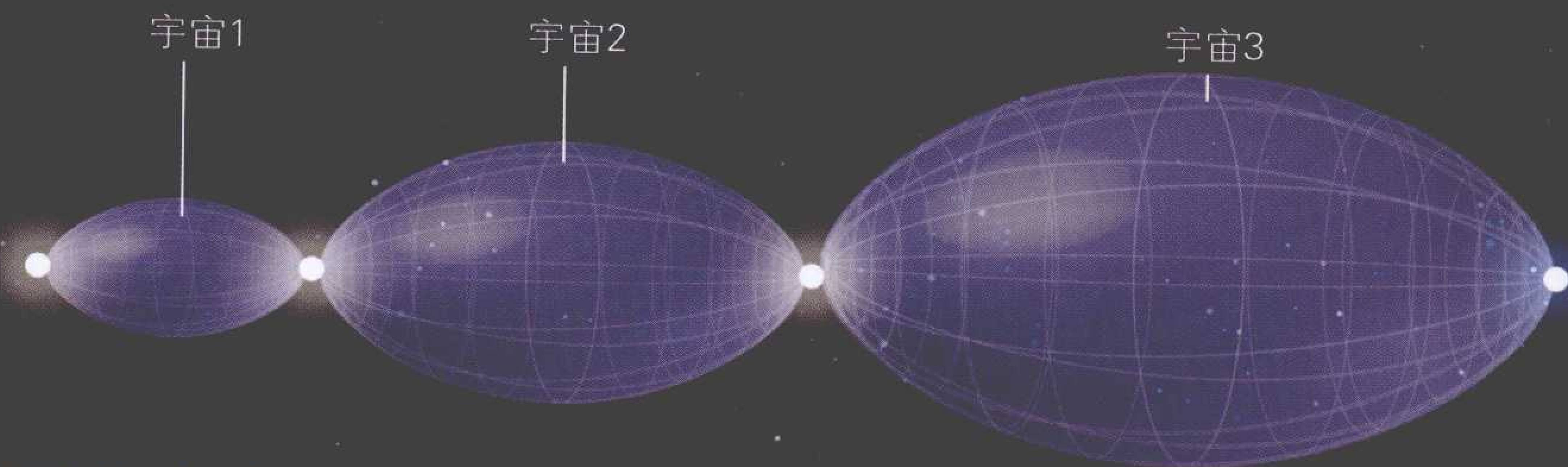
开放宇宙

4 对于宇宙的未来，影响最为广泛的理论认为宇宙拥有小于临界值的质量。最新的测量结果显示，当前的时间只不过是宇宙死亡之前的一个阶段，随后宇宙会彻底变暗。

黑洞

有些理论认为，由于反重力效应的存在，或许能够通过进入一个黑洞而穿越空间到达其他的宇宙。





婴儿宇宙

5 根据这个理论，宇宙会不断产生新宇宙。但在这种情况下，一个宇宙产生于另一个宇宙的死亡或消失。每个死亡宇宙的最终崩溃，或大收缩，会产生一个特大质量黑洞，在这个黑洞中，另一个宇宙诞生。这个过程本身会无限重复，因而无法确认宇宙的数量。

宇宙的力量

大自然的四种基本力量并不是从基础力量中派生出来的。物理学家认为，所有的物理作用力一度都只是作为一种单一力量在起作用。在宇宙扩张的过程中，它们彼此变得截然不同。如今各种力量掌管不同的过程，每种相互作用影响着不同种类的粒子。重力、电磁、强核相互作用和弱核相互作用，对于我们理解宇宙中很多物体的行为至关重要。最近几年，很多科学家试图证明所有的力量都是一种力量类型转换的表现，但是几乎没有进展。

广义相对论

1915年，艾尔伯特·爱因斯坦对我们理解宇宙内部工作原理作出了最重大的贡献。在牛顿万有引力理论的基础上，爱因斯坦认为空间与时间是相关联的。对牛顿而言，引力仅仅是吸引两个物体的力量，但是爱因斯坦认为那是他称之为时空弯曲的一个后果。根据他的广义相对论，由于物体质量的存在，宇宙发生弯曲。根据这个理论，引力是空间的扭曲，它决定一个物体是否向另一个物体移动。爱因斯坦的广义相对论要求科学家把宇宙作为非欧几里得几何形状来看待，因为这个理论与扁平宇宙的理论不相符。在爱因斯坦的空间中，两条平行线能够相交。

我们看到的位置

实际位置

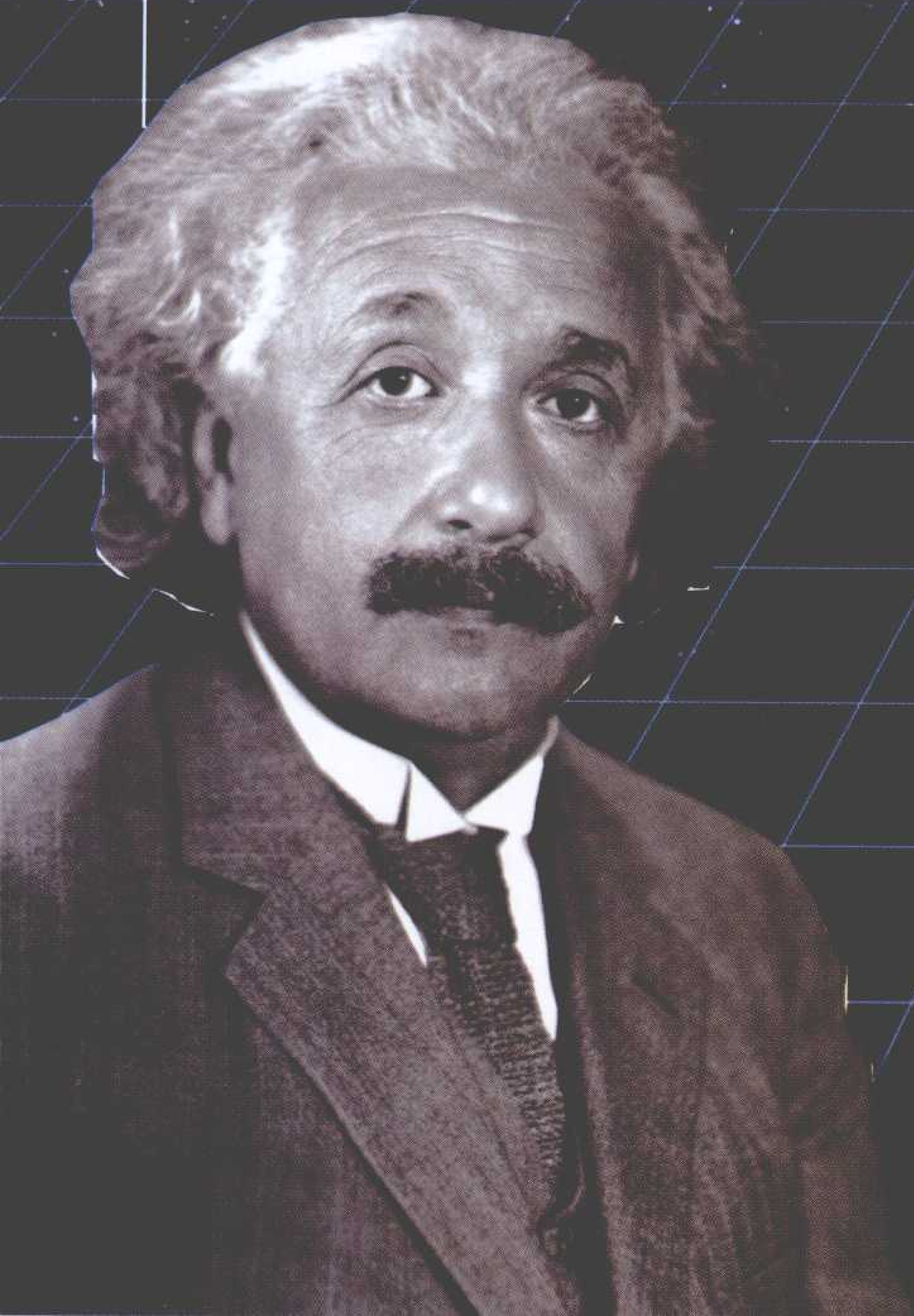
光的轨迹

太阳

地球

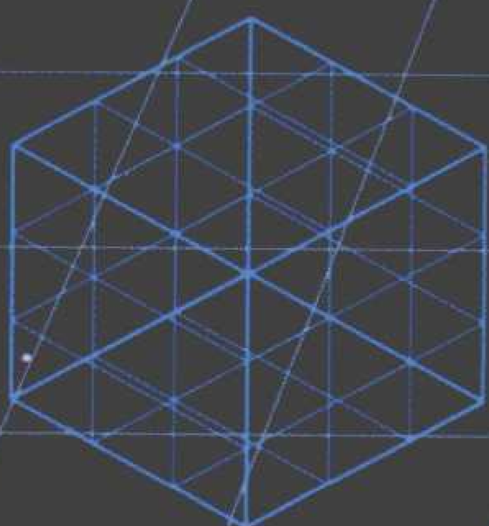
$E=mc^2$

在爱因斯坦方程式中，能量和质量是可以互换的。如果一个物体的质量增加，它的能量也会增加，反之亦然。

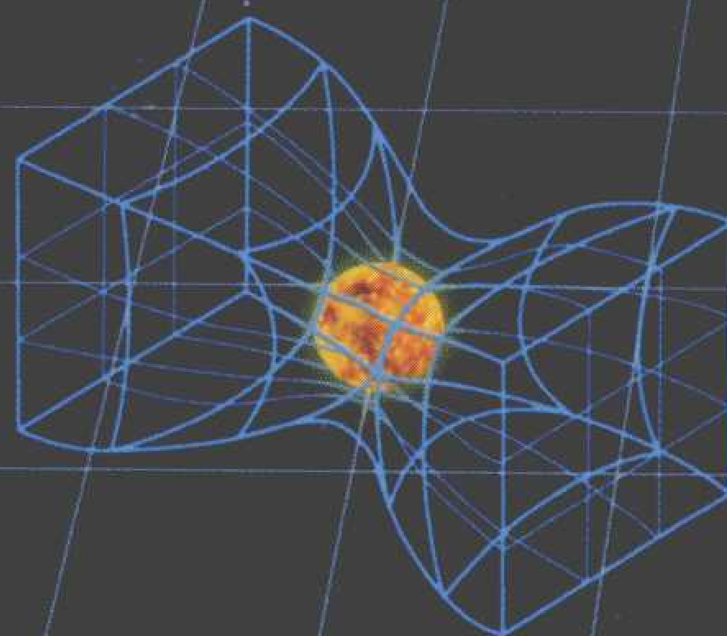


重力

1 重力是从原始超力量中分离出来的第一种力量。现在科学家根据爱因斯坦的理论，将重力理解为时空弯曲的效果。如果将宇宙视为一个立方体，任何有质量的物体在空间中都会使立方体变形。重力可以从很远的距离发生作用（就像电磁一样），并持续产生吸引力。尽管很多人试图找到反重力（可以抵消黑洞的影响），但是至今未果。



如果宇宙是空的，那么可以以这种方式描述它。



宇宙由于自身所含物体的质量而发生变形。

万有引力

牛顿提出的万有引力是指有质量的物体之间的相互引力。根据牛顿创造的计算万有引力的方程式，两个物体之间的引力与它们的质量成正比，与它们之间距离的平方成反比。牛顿将这种相互作用力产生的比例常数命名为G。牛顿定律是在爱因斯坦的广义相对论产生之前的一个广为接受的理论，其缺点在于没有把时间作为物体间相互作用的一个基本要素。牛顿认为，两个物质之间的重力引力是物体固有的特性，与空间属性无关。然而不可否认的是，牛顿的万有引力定律是爱因斯坦的理论产生的基础。

牛顿的方程式

两个有质量的物质之间互相吸引。质量越大的物体，对另一个物体产生的力量越大。物体之间的距离越大，它们之间互相作用于对方的力量越小。

m1 F m2

d

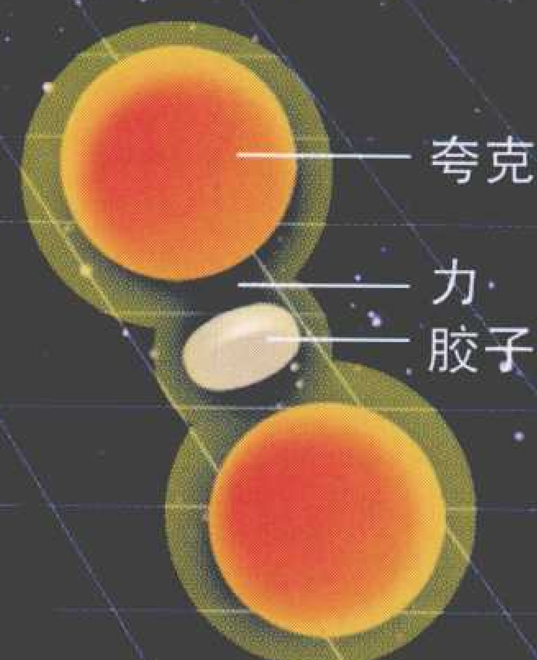
$$F=\frac{G \times m1 \times m2}{d^2}$$

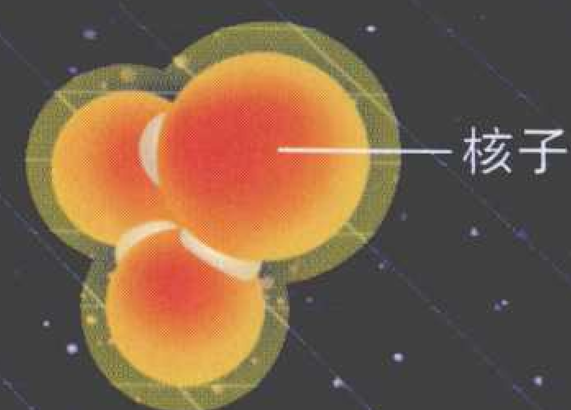


强核力

3 强核力将原子核中的质子和中子结合在一起。质子和中子都受这种力量的影响。胶子是携带强核力的粒子，它将夸克结合在一起形成质子和中子。原子核由夸克和胶子之间相互作用的残余力量聚合在一起。

1 夸克和胶子
胶子与夸克相互作用时，产生强核相互作用力。



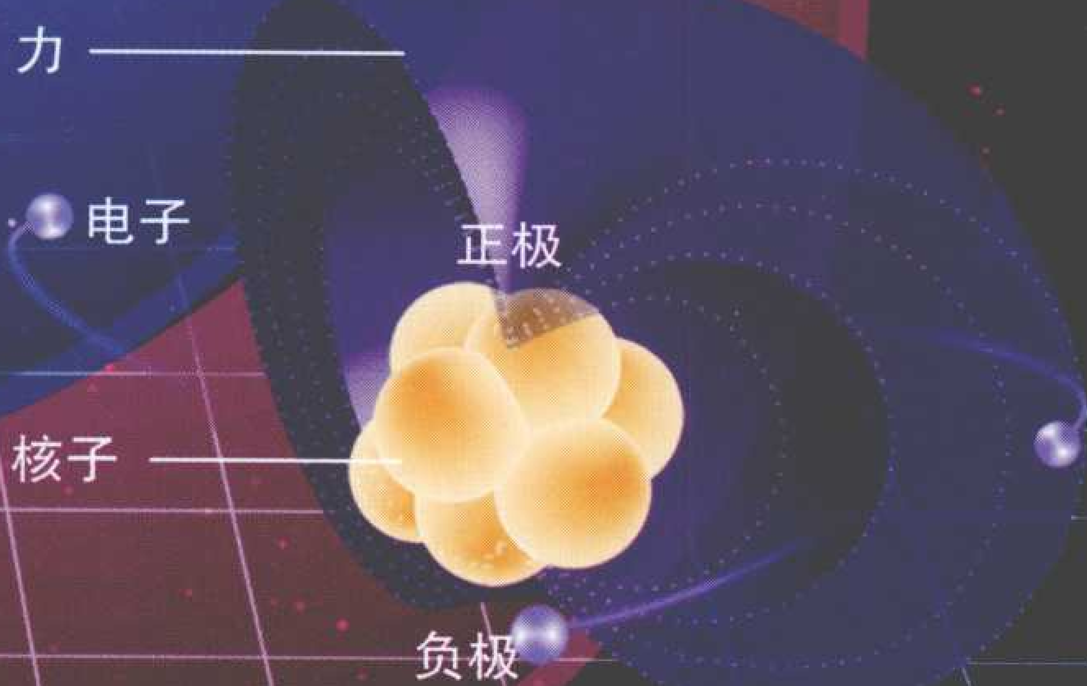


2 结合
夸克连接并形成核质子和中子。

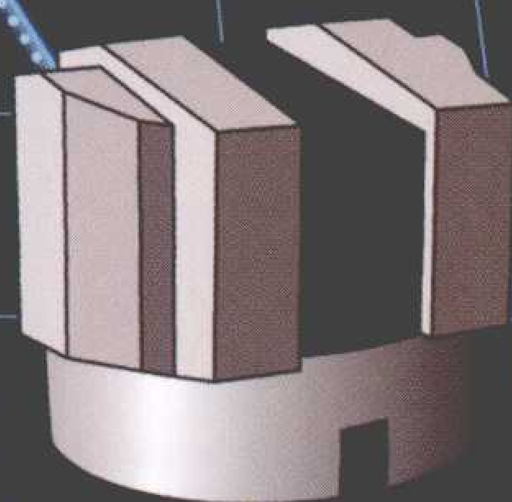
电磁

2 电磁是影响带电体的力量。它参与不同元素的原子和分子的化学物理变化。电磁力可以是引力或斥力，它们带有两种不同的电荷或电极。

引力
两个原子互相吸引到一起，电子环绕新的分子运行。



分子磁性
在原子和分子中，电磁力是主导力量。电磁力在原子中形成质子和电子之间的引力，或电离原子之间的引力和斥力。



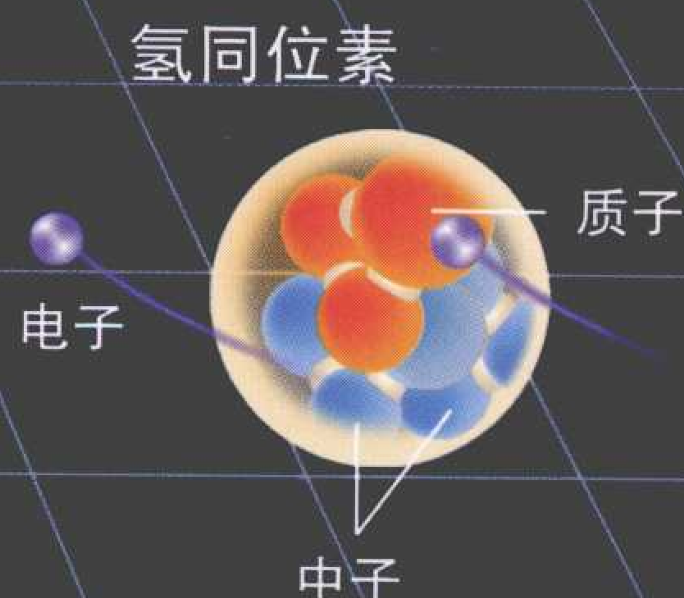
弯曲的光线
由于时空弯曲，光线也会弯曲。通过望远镜观察时，物体的实际位置是扭曲的。通过望远镜看到的是由于光线弯曲而产生的虚假位置。我们不可能看到物体的真实位置。

弱核力

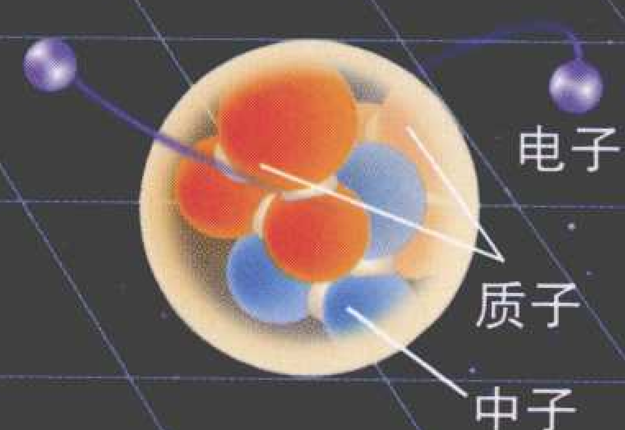
4 弱核力不像其他力量那么强大。弱核相互作用力影响中子的β衰变，从而产生质子、电子和中微子放射。这种力量能参与同某种类型的原子相关的天然放射现象。

1 氢
中子的下夸克转变为上夸克。

氢同位素

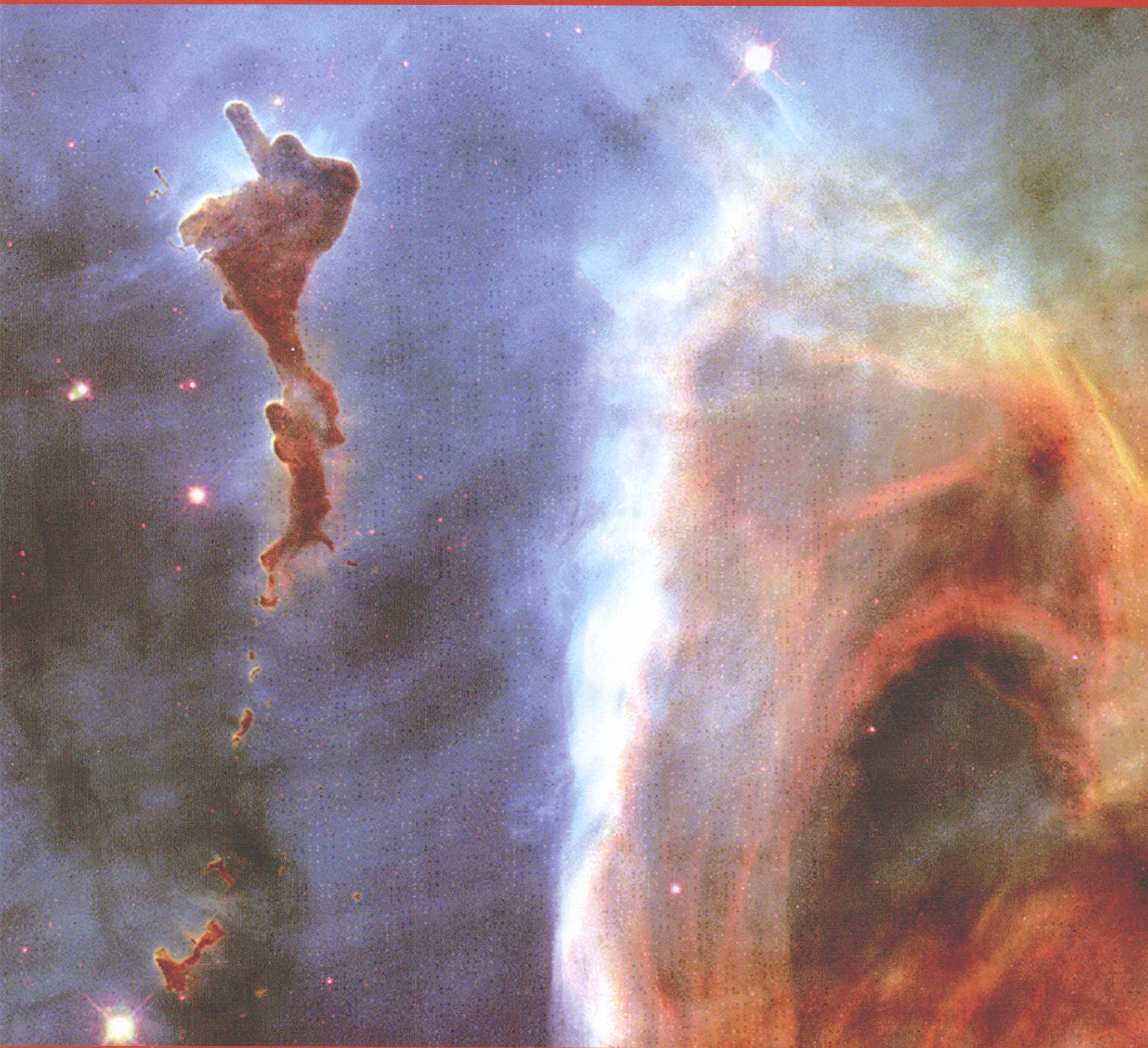


氦同位素



2 氦
中子变成质子，氢原子变成氦原子。

宇宙中有什么？

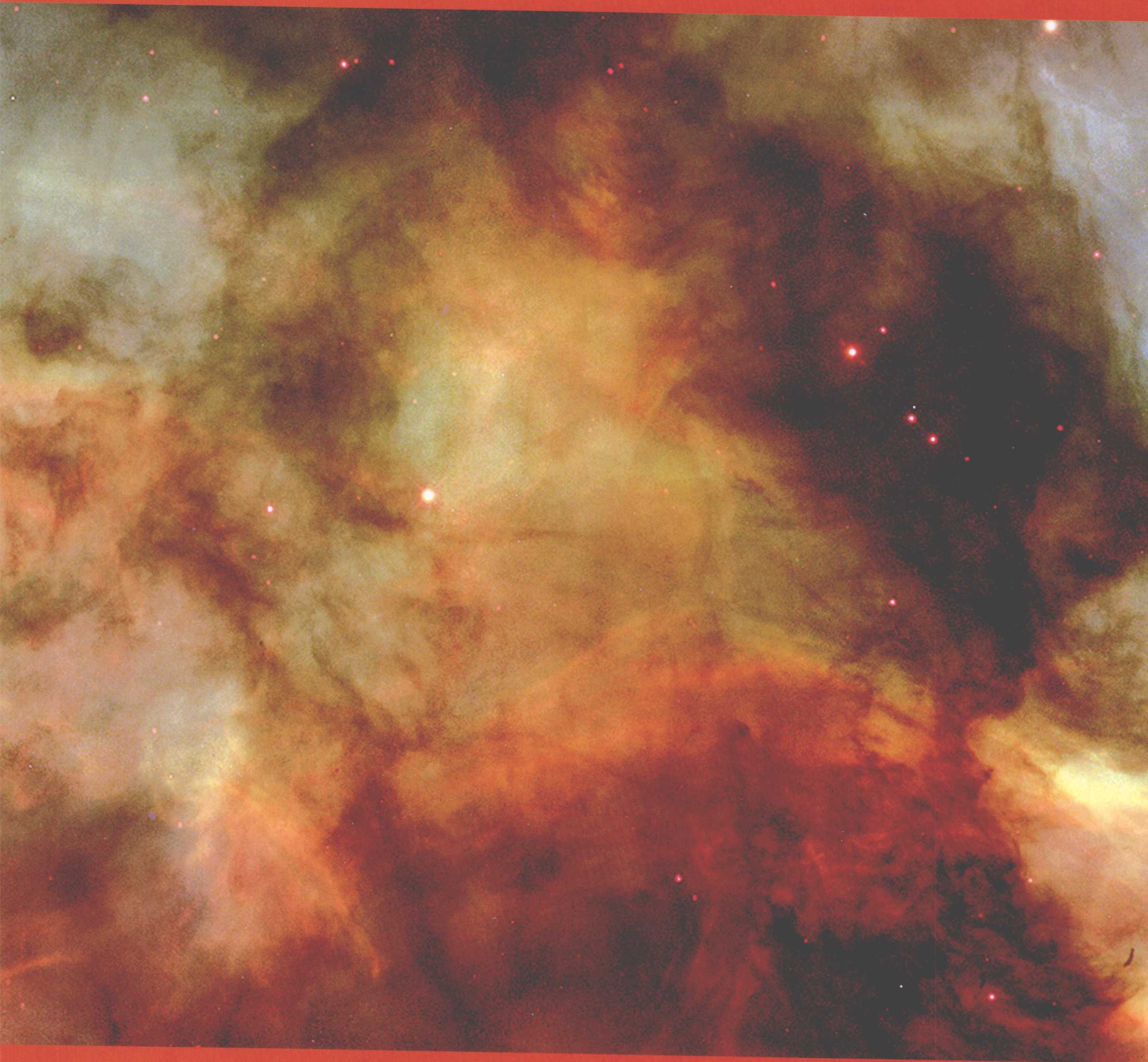


宇宙的构成很复杂，空间中有很多超星系团。有时候星系会彼此碰撞，形成新的恒星。在浩瀚的宇宙中有类星体、脉冲星和黑洞。得益于当前的先进技术，我们可以享受光影共舞的展览：比如由炽热发光的气流组成的光

船底座伊塔星云

船底座埃塔星云的直径大于200光年，是我们所在的星系中最大也是最亮的星云之一。这颗年轻的特大号恒星可能会在不久的将来变成一颗超新星。

发光 20–21
恒星的演变 22–23
红色、危险和死亡 24–25
气壳 26–27
超新星 28–29
最终的黑暗 30–31
星系解析 32–33
活跃星系 34–35
恒星都市群 36–37



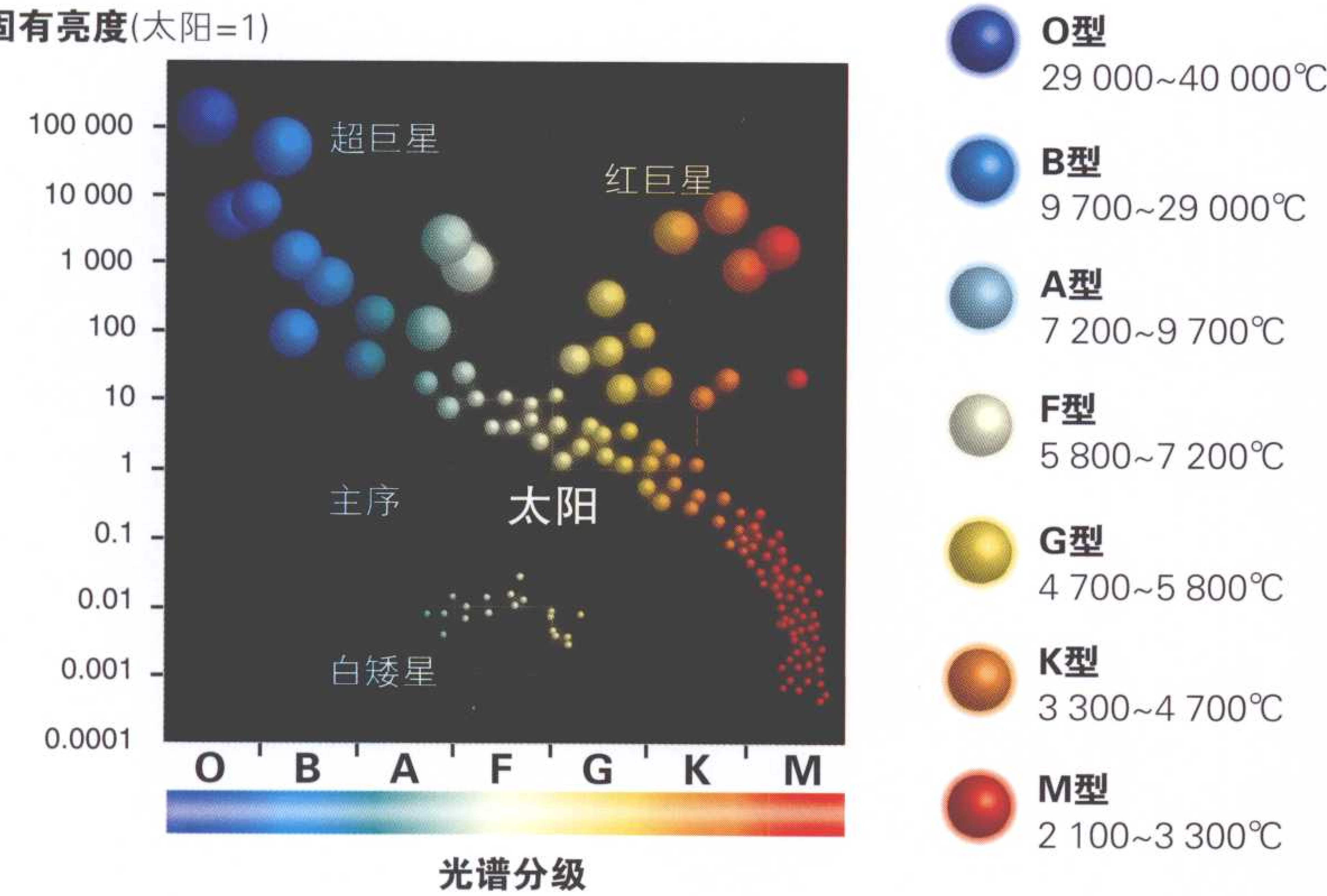
影产物——船底座伊塔星云（上图所展示的）。虽然我们尚未对宇宙中的所有物体都有所了解，但毫无疑问，构成我们人体的大部分原子都诞生于恒星内部。●

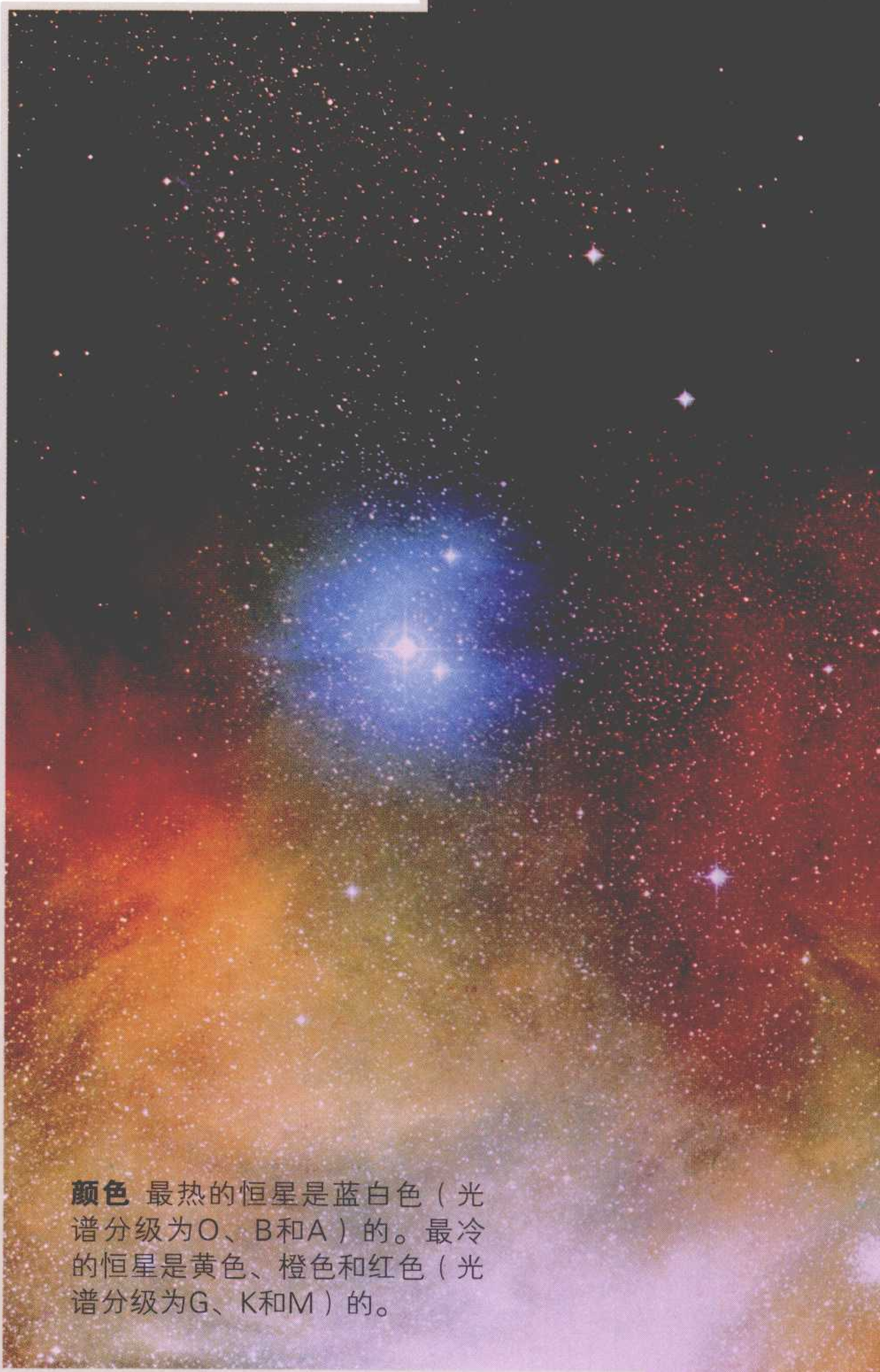
发 光

在相当长的一段时间里，恒星对于人类来说是一个谜。直到19世纪，天文学家才逐渐了解恒星的本质特征。如今我们知道，恒星是巨大的炽热气体星球，其中绝大部分是氢，少部分是氦。恒星发光时，天文学家可以准确地测量其亮度、颜色和温度。太阳以外的其他恒星距离地球非常遥远，它们看起来只是一些光点，即使是最强大的望远镜也难以观测到它们的表面特征。

赫罗图

赫罗图是恒星的光谱型与固有亮度的关系图。恒星的亮度与它自身的温度或它发射的光的波长相关。最大的恒星是那些固有亮度最强的恒星，包括蓝巨星、红巨星和超巨星。恒星生命周期的90%都处在主序阶段。



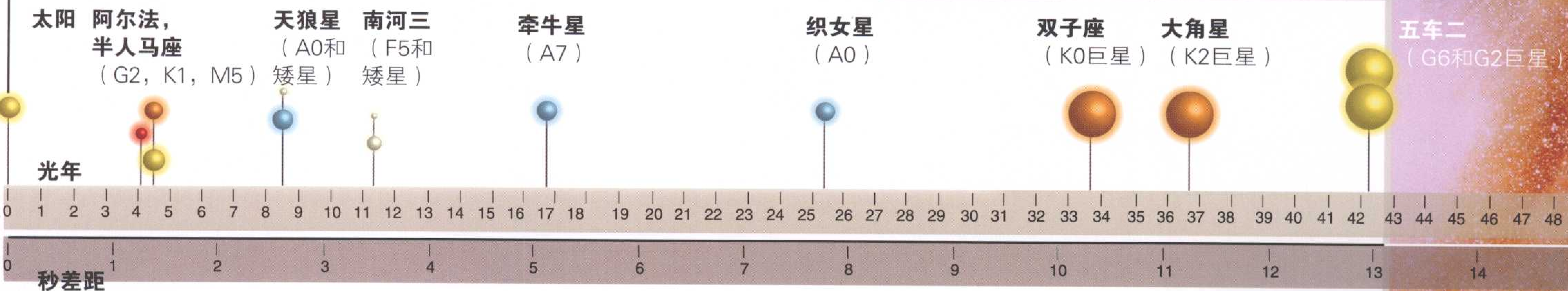


颜色 最热的恒星是蓝白色（光谱分级为O、B和A）的。最冷的恒星是黄色、橙色和红色（光谱分级为G、K和M）的。

光年和秒差距

我们采用光年和秒差距这两个测量单位计算恒星之间的巨大距离。光年是光传播一年的距离——10万亿千米。光年是一个距离单位，而不是时间单位。如果一颗恒星和地球之间的视差角是1秒角，那么它们之间的距离就是1秒差距。1秒差距等于3.26光年，即31万亿千米。

距离太阳小于等于100光年的主要恒星



天蝎座



球状星团
由100多万颗恒星组成的球状星团，称为半人马座ω星团。

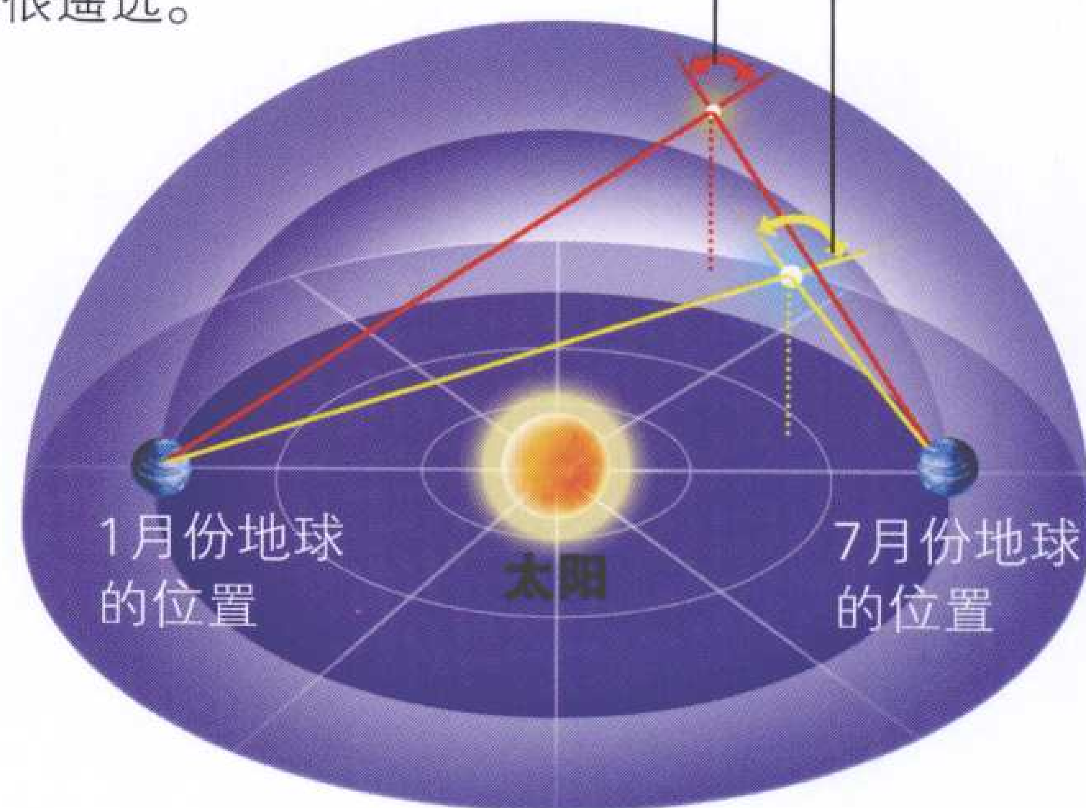


疏散星团
昴宿星是由大约400颗恒星组成的恒星编队，但是它们最终会彼此散开。

距离测量

当地球环绕太阳运转时，离得近的恒星看起来就像是在更遥远的恒星背景前移动。恒星在地球运转6个月的时间里产生的运动角度称为视差。恒星距离地球越近，视差越大。离得最远的恒星的视差太小，以至于无法测量。

视差



光谱分析

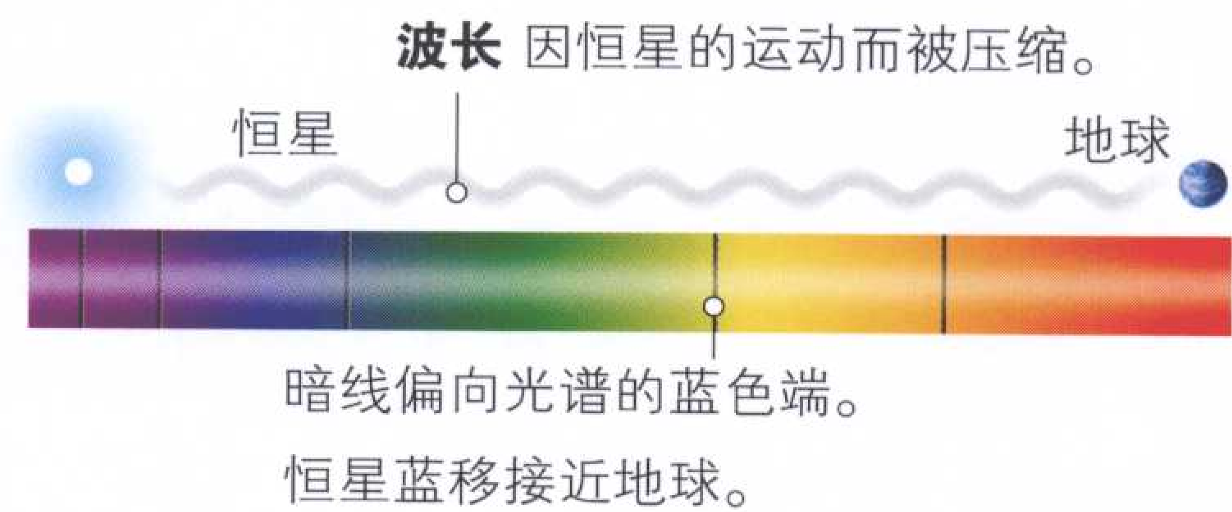
形成光线的电磁波波长各不相同。光从恒星等热球体发出来时，被分解成不同的波长，形成色带或光谱。恒星的光谱上通常会产生暗线图形。通过对这些图形的分析，可以判断出构成这颗恒星的基本元素。



红色端的**波长**最长。

多普勒效应

恒星向着或逆着观察者所在位置运动时，其光波波长会发生变化，这种现象称为多普勒效应。如果恒星向着地球所在位置靠拢，光谱中的暗线会发生蓝移。如果逆着地球所在位置而去，则暗线会出现红移。

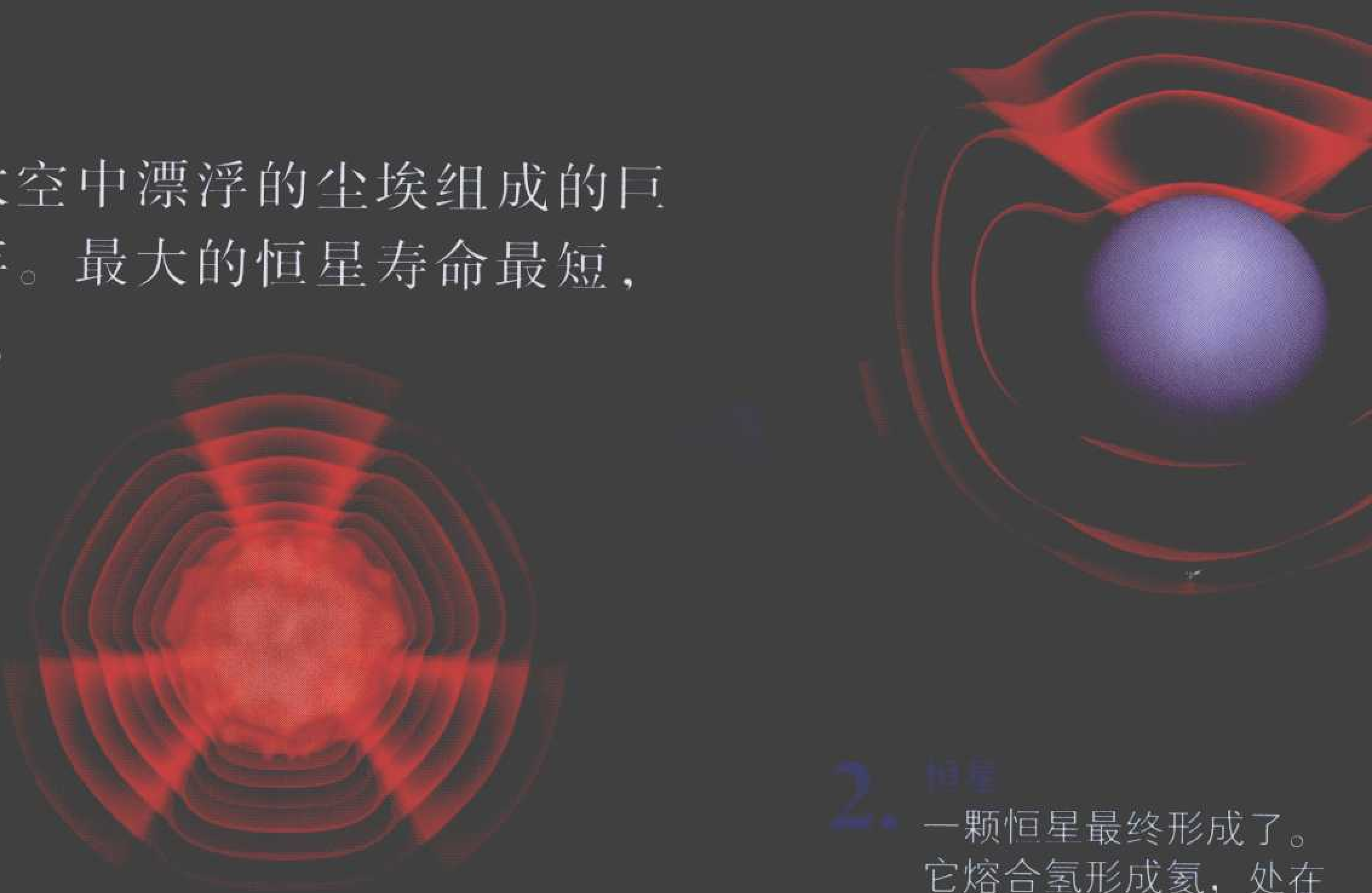


恒星蓝移接近地球。



恒星的演变

恒星形成于星云。星云是气体（主要是氢）和太空中漂浮的尘埃组成的巨大云团。恒星的寿命长达数百万甚至数十亿年。最大的恒星寿命最短，因为它们以极高的加速度消耗自己的核燃料（氢）。而其他的恒星（比如太阳）则以相对较慢的速度燃烧燃料，寿命可以长达100亿年左右。一般情况下，一颗恒星的大小能代表它的年龄。较小的恒星最年轻，而较大的恒星则接近生命的终点，它要么冷却，要么爆炸形成一颗超新星。●





巨大的恒星，

大于8个太阳质量。

1. 原恒星 原恒星有一个致密的气态内核，周围环绕着尘埃云。

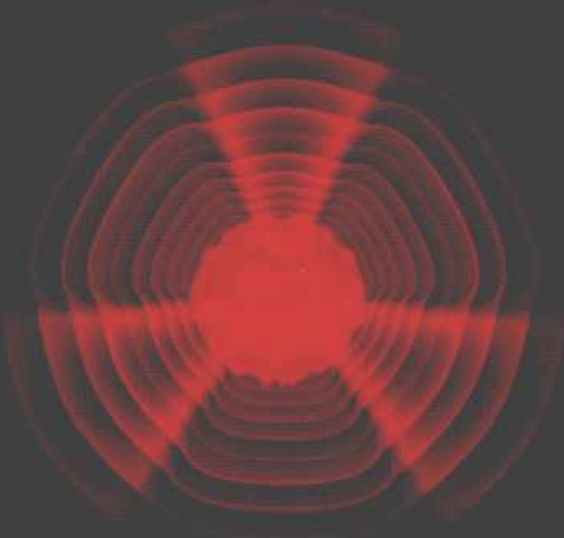
2. 恒星 一颗恒星最终形成了。它熔合氢形成氦，处在主序阶段。

星云

由于引力作用，气体和尘埃云团崩溃。在这个过程中，星云温度升高，分裂成较小的云团。每一个云团都会形成一颗原恒星。

小型恒星，

小于8个太阳质量。





1. 原恒星 原恒星由气体和尘埃分离形成。引力的作用致使原恒星内核旋转。

2. 恒星 恒星发光，慢慢消耗其氢气。它的体积增加时开始熔合氦。

恒星的生命周期

恒星的演化周期取决于其自身的质量。最小的恒星（比如太阳）寿命相对较长而且适度。它们的氢气耗尽之后就开始燃烧氦。这样一来，其外层开始膨胀，直到这颗恒星变成红巨星。一旦进入白矮星阶段，恒星的生命就走到了尽头。它们会慢慢衰弱直到彻底消失，喷射出残余的外层，形成行星星云。规模巨大的恒星由于密度高，可以从核反应中形成比氦更重的元素。在其生命的最后阶段，恒星的内核崩溃，整颗恒星爆炸，仅剩下高密度残留物，即一颗中子星。绝大多数的重量级恒星在生命结束时会形成黑洞。

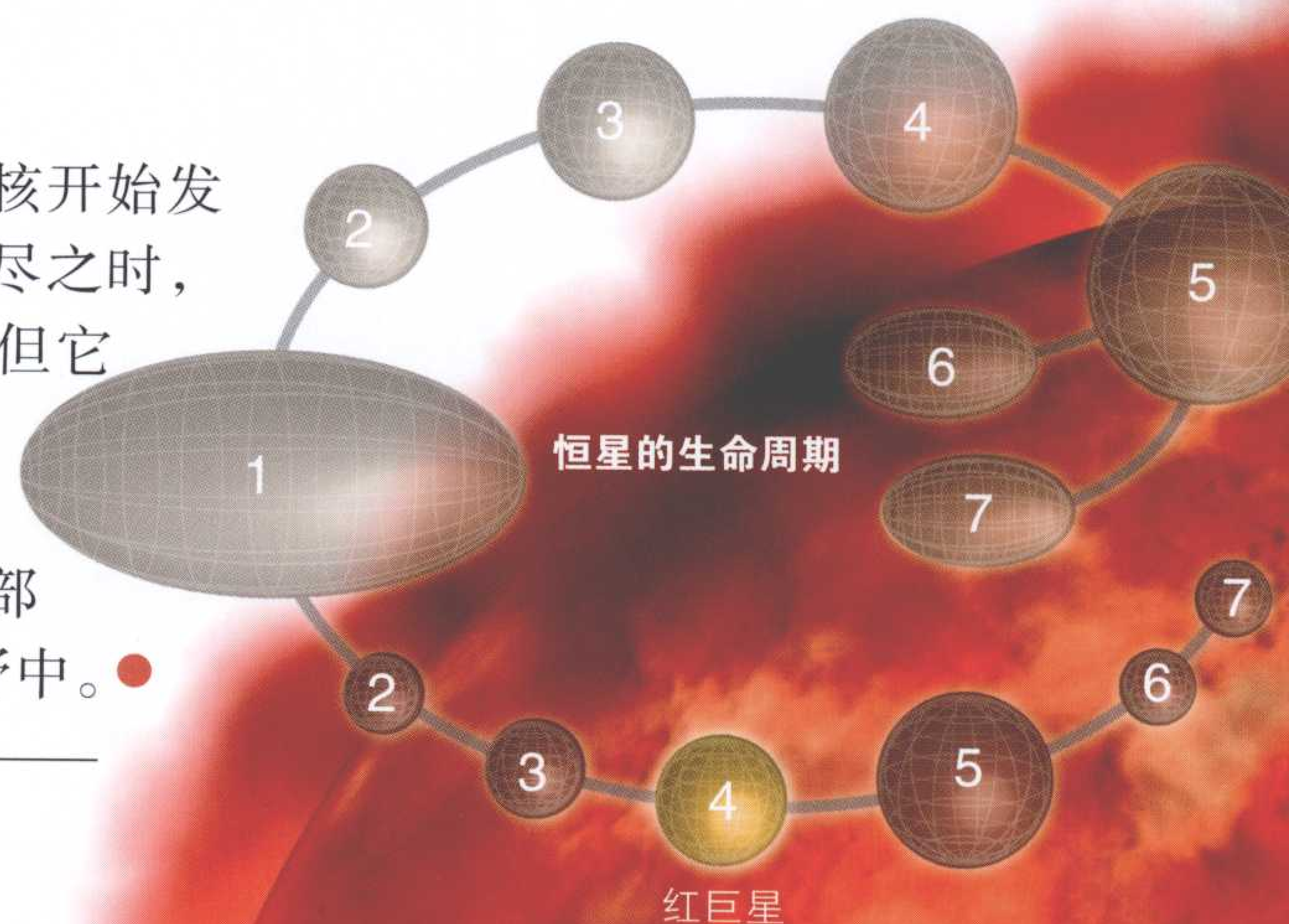


95%的恒星

生命终结之时变成白矮星，其他较大的恒星爆炸成为超新星。虽然它们的亮度经常被气体和尘埃遮蔽而变得朦胧，但仍能在数周时间内照亮星系。

红色、危险和死亡

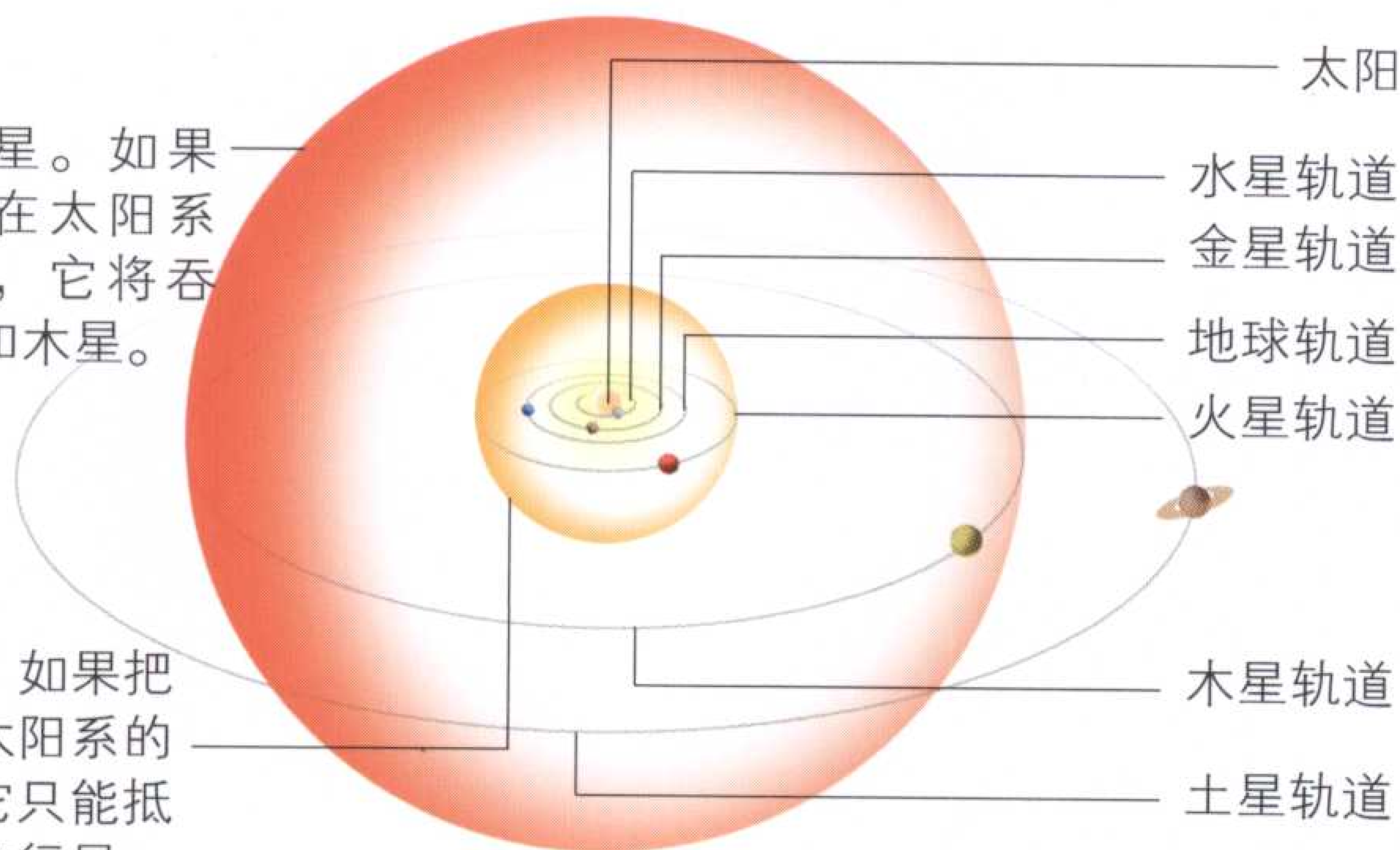
恒星耗尽氢气时，开始走向灭亡。氢气构成的恒星内核开始发生核反应，此时恒星仍然能发光。当恒星的氦气耗尽之时，碳和氧开始聚变，导致恒星内核收缩。恒星依然存在，但它的表层开始膨胀冷却，进入红巨星阶段。与太阳类似的恒星（太阳类恒星）就遵循这样的演化规律。数十亿年之后，它们会变成白矮星并逐渐消亡。在它们的内部能量消耗殆尽之时就会变成黑矮星，彻底消失在太空视野中。



红巨星

所有恒星都要经历红巨星阶段。恒星会崩溃还是会在气体层中消亡，这取决于它的质量大小。红巨星因为缺乏氢而不断收缩，其内核还不到原来的1/10。超巨星（初始质量大于8个太阳质量）的寿命要短很多，其内核的高密度致使其最终爆炸崩溃。

直径

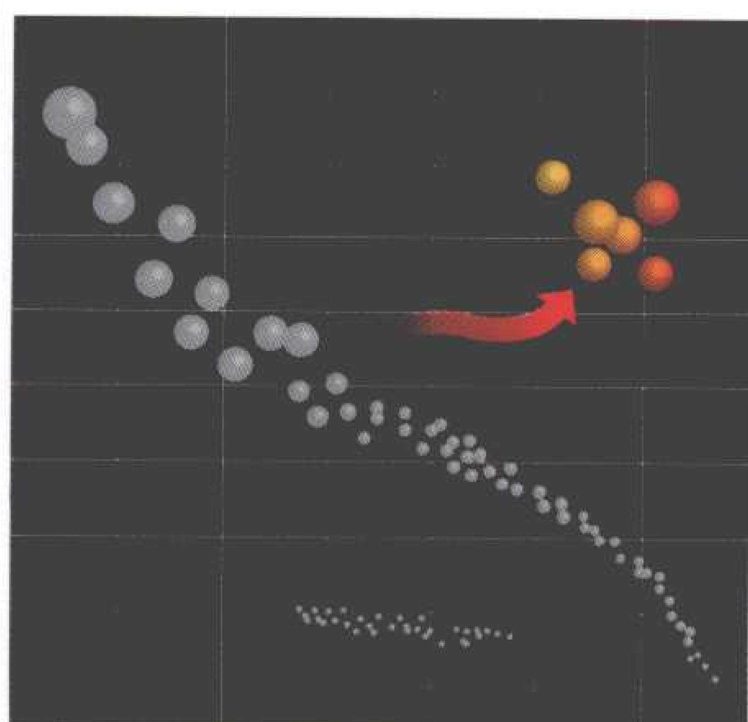


红超巨星。如果把它放在太阳系的中心，它将吞没火星和木星。

红巨星。如果把它放在太阳系的中心，它只能抵达最近的行星，比如水星、金星和地球。

壮观的尺寸

处于主序阶段以外的恒星，其规模能够达到太阳的200倍之多。当恒星开始燃烧氦时，其规模缩小到太阳的10~100倍。然后，它会保持稳定直到变成一颗白矮星。

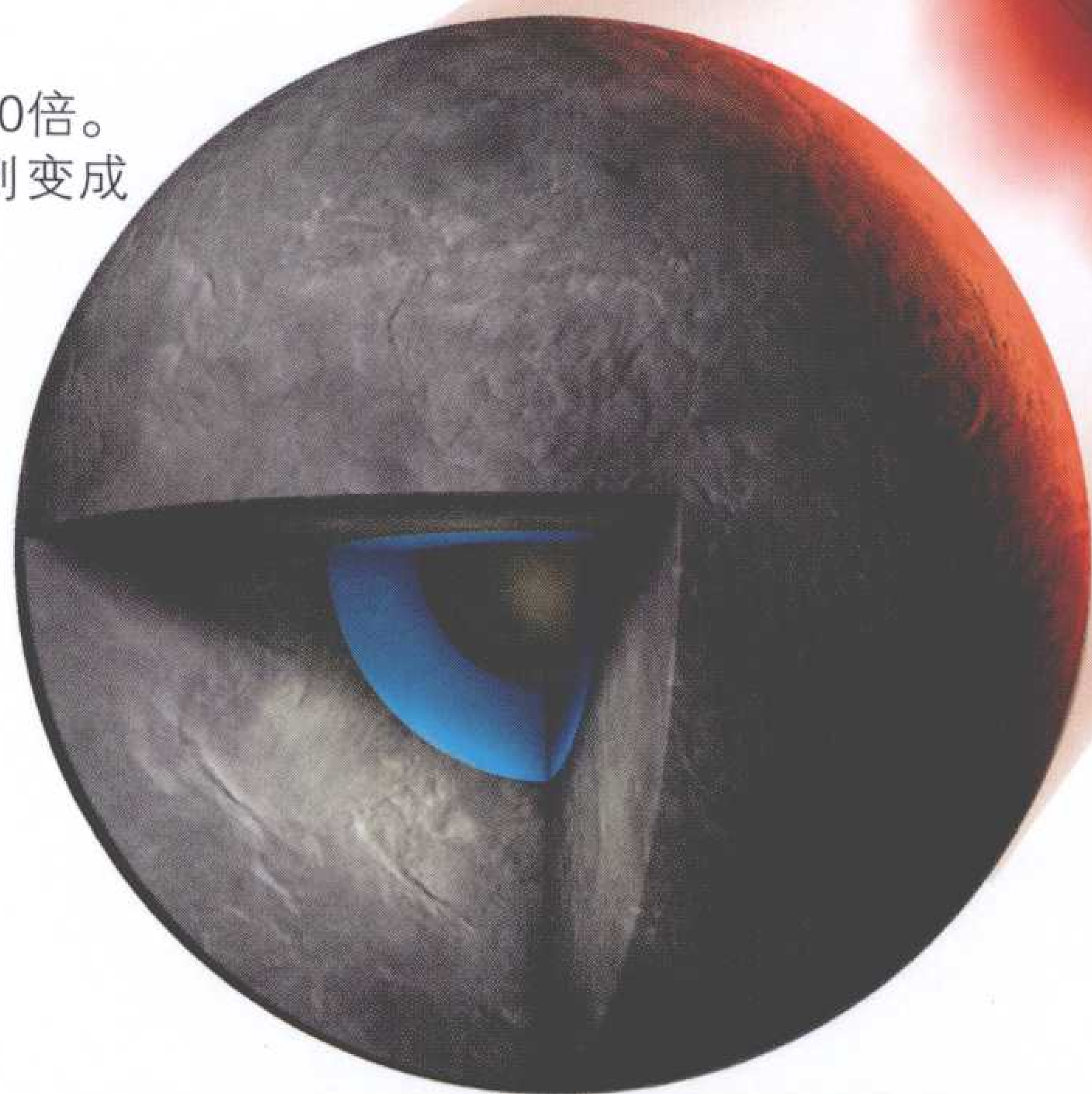


赫罗图

恒星耗尽氢气之后，会离开主序阶段，变成一颗红巨星（或超巨星），并燃烧氦。最小的恒星要耗费数十亿年才能离开主序阶段。红巨星的颜色是由其相对较冷的表面温度（2 000℃）造成的。

对流单体

对流单体为恒星表面带来热量。上行气流携带恒星内核形成的少量元素，最终到达恒星表面。



恒星核心区

1 氢

即便恒星内核已经耗尽氢气，恒星核子外部的核聚变仍将继续。

2 氦

氦是恒星处在主序阶段时由氢聚变产生的。

3 碳和氧

碳和氧由红巨星内核中的氦聚变产生。

4 温度

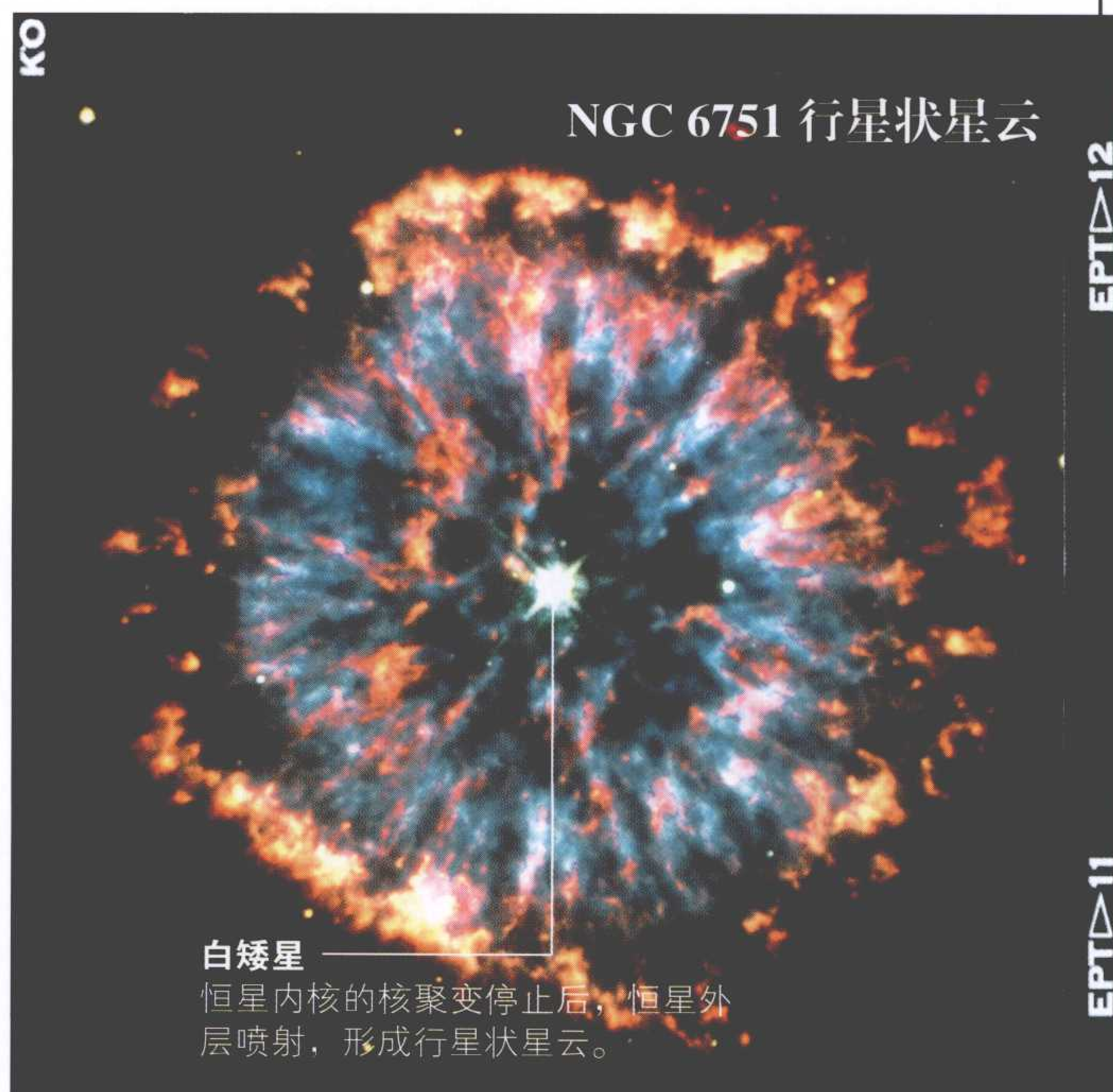
当氦经历聚变时，恒星内核温度高达数百万摄氏度。

太阳

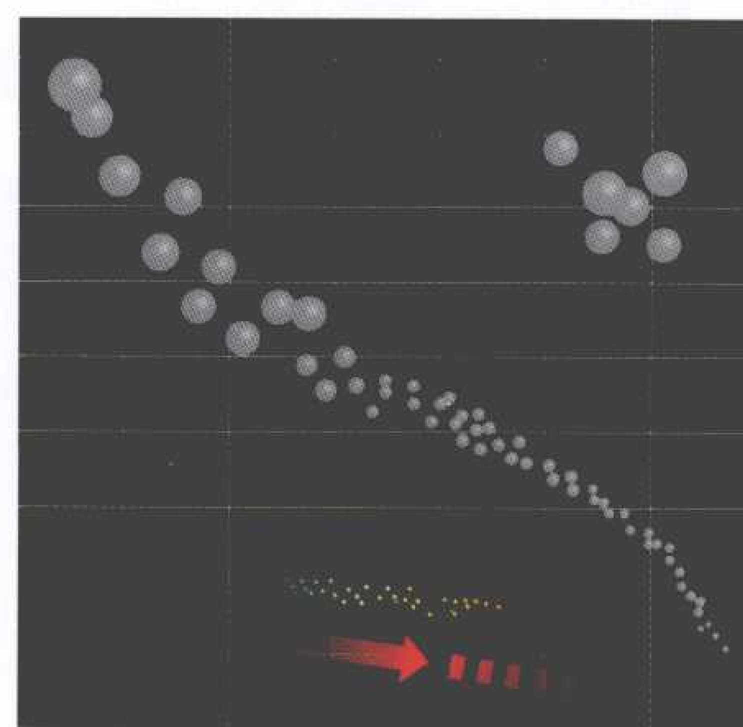
太阳直径是一般红巨星直径的**1%**。

白矮星

经过红巨星阶段之后，太阳类恒星的外层消失，生成行星星云。其中心仍然是白矮星——相对较小，但非常热（200 000℃）的致密恒星。经过数百万年的冷却之后，它会消耗殆尽，变成一颗黑矮星。



白矮星 恒星内核的核聚变停止后，恒星外层喷射，形成行星状星云。



赫罗图

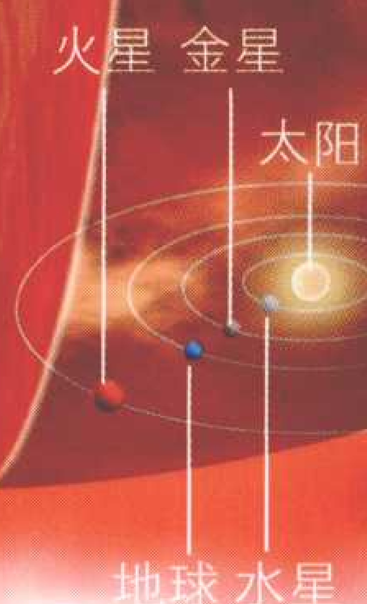
白矮星告别红巨星阶段之后，会占据赫罗图左下角。它的温度可能会是普通红巨星的两倍。质量巨大的白矮星可能会崩溃而消亡，形成一颗中子星。

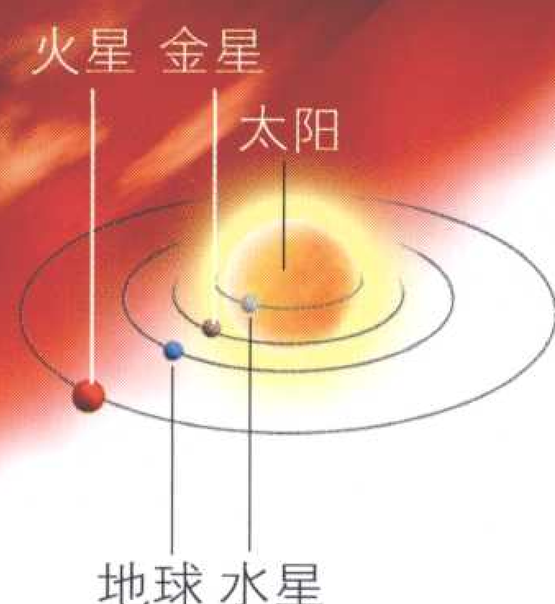
热点

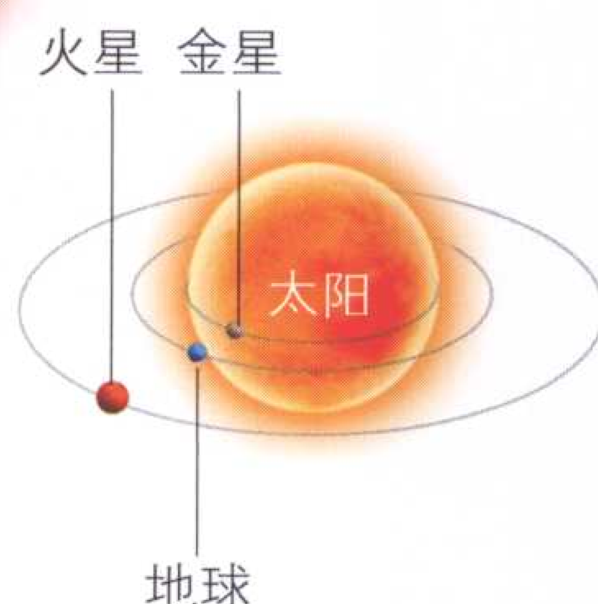
当大量白炽气体喷射流到达恒星表面时，会出现热点。在红巨星的表面可以检测到热点。

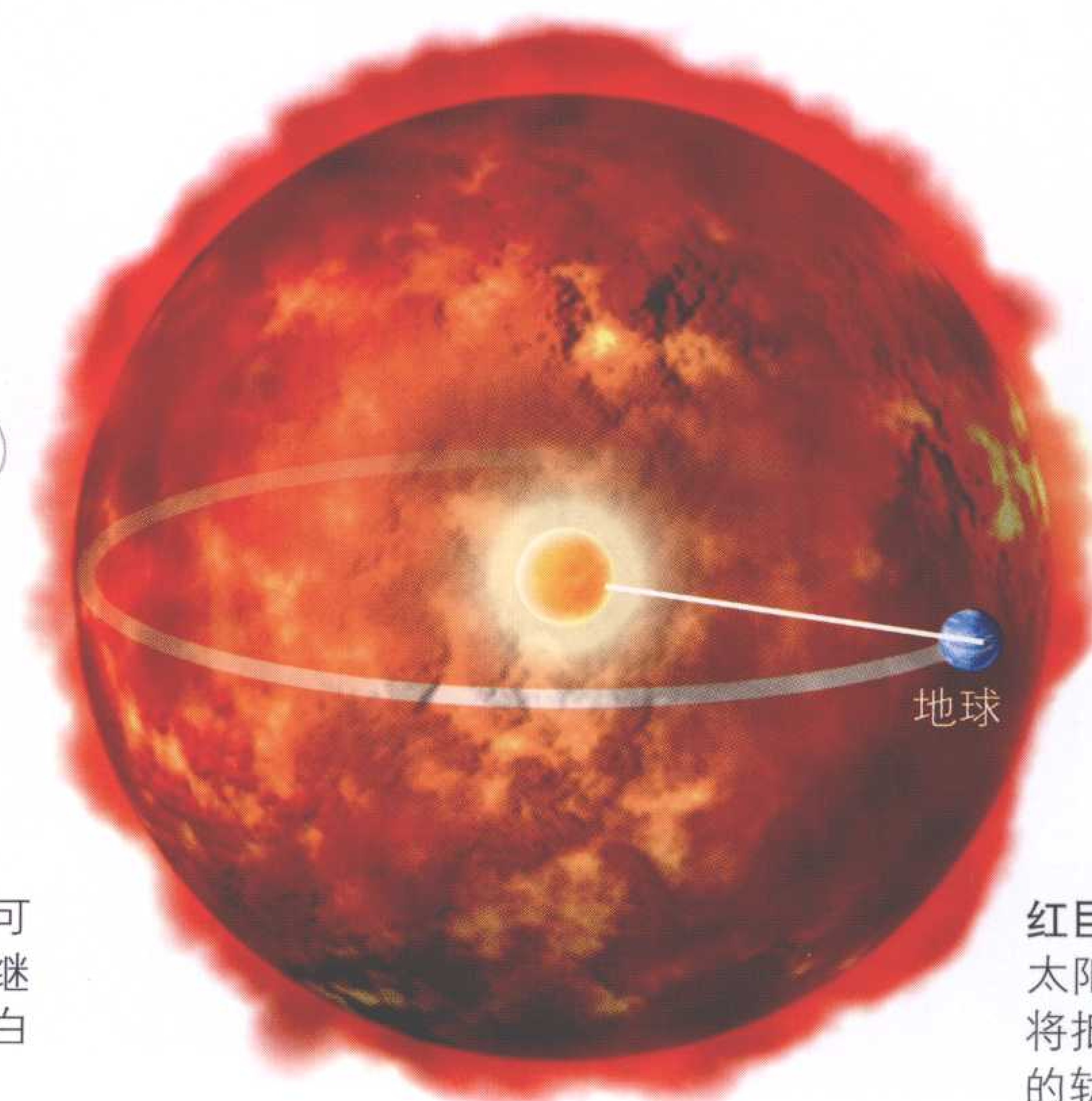
尘粒

尘粒在恒星外层大气中浓缩，然后以星风的形式扩散。尘埃拥有暗色外观，它们会被卷入新一代恒星形成的星际空间。恒星的外层可能在星际空间中延伸至几光年的距离。









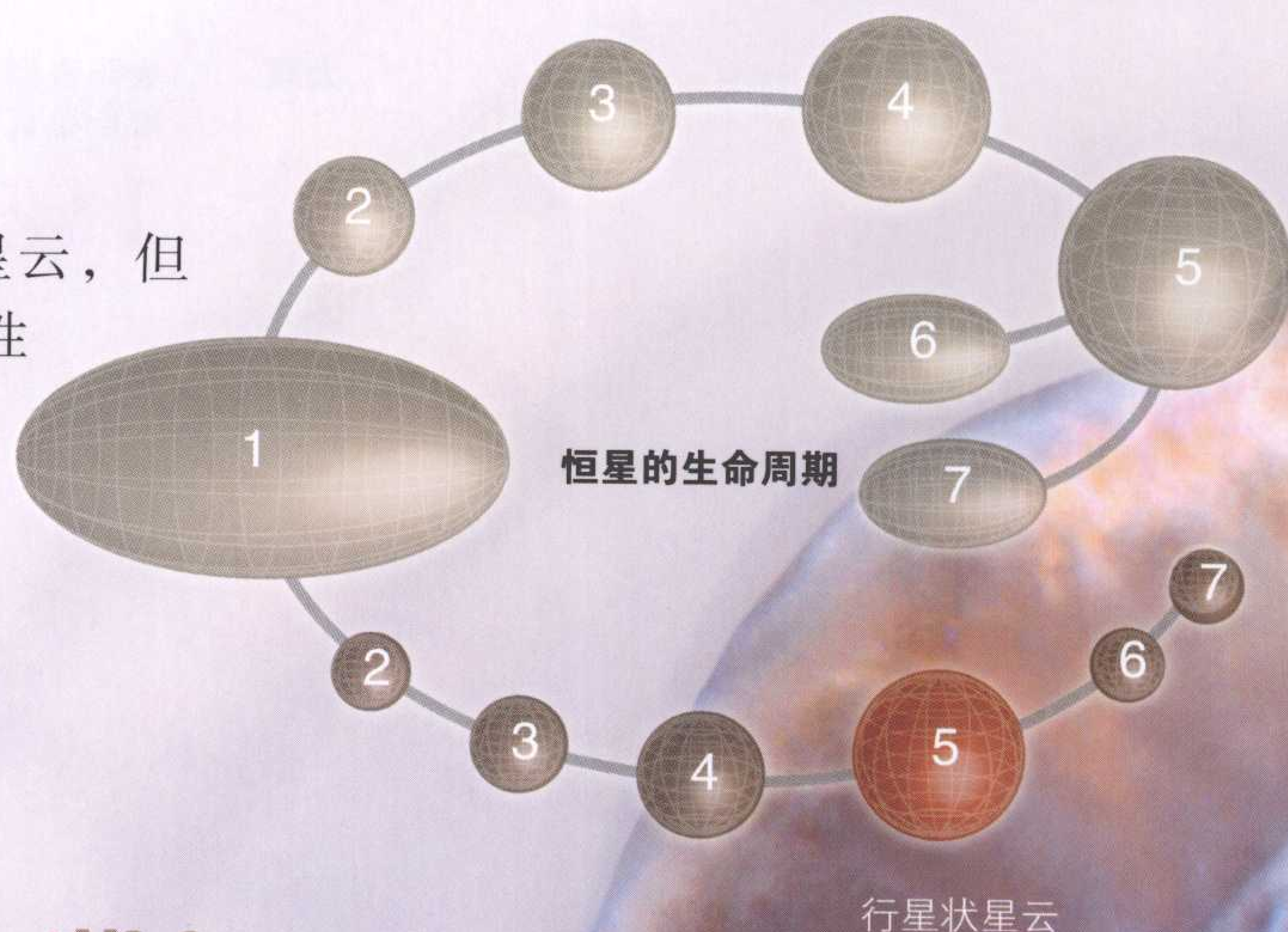
红巨星 太阳的半径将抵达地球的轨道。

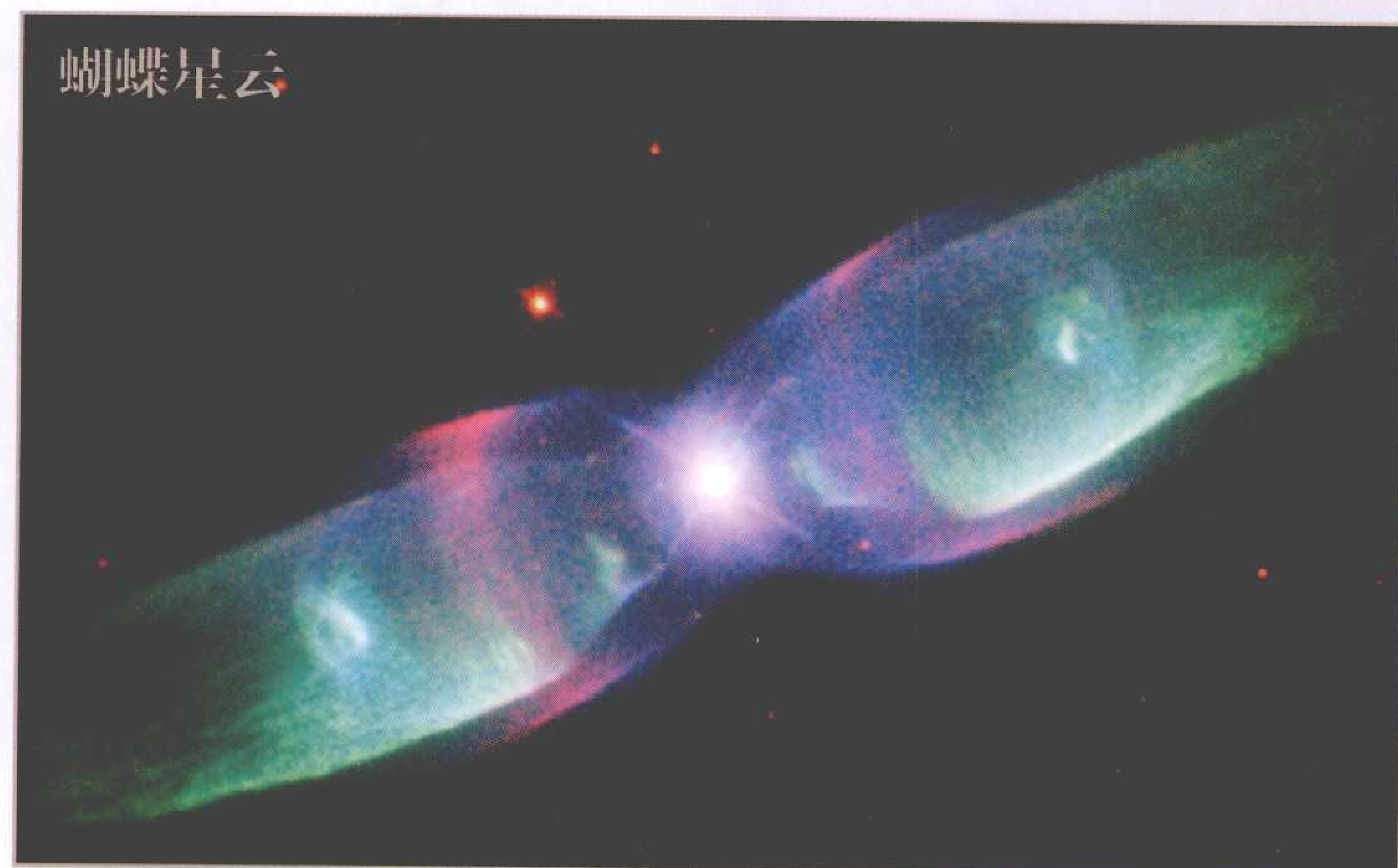
太阳的未来

就像其他恒星一样，太阳在主序阶段的时候燃烧氢。经过大约50亿年之后，太阳会把氢消耗殆尽，开始变成红巨星，其亮度加倍，并不断膨胀直到吞没水星。在太阳规模达到最大值时，甚至可能会吞没地球。一旦达到稳定，它会继续作为红巨星存在20亿年，然后变成白矮星。

气壳

小恒星死亡后仅剩下膨胀的气壳，也就是行星状星云，但是与行星无关。一般而言，行星状星云为对称性或球形物体。虽然还不能完全确定它们为什么会有这么大的差异，但是有可能与将要消亡的中央恒星的磁场效应有关。利用望远镜可以看到几团星云，其中包含一颗中心矮星，即前任恒星的残迹。●





◀ M2–9

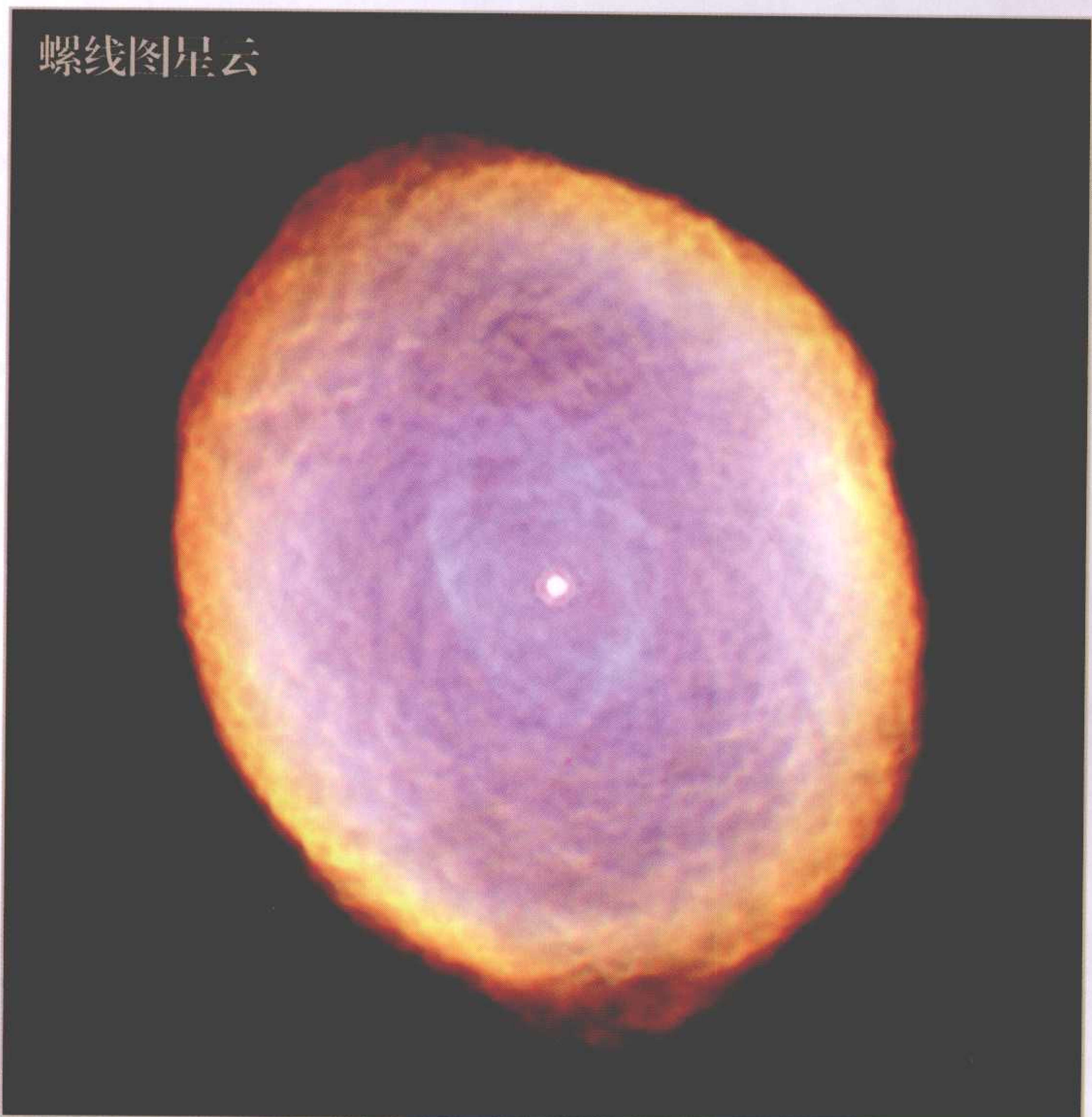
除了白矮星之外，蝴蝶星云还包含一颗恒星。两颗星在一个气体盘内绕轨道运行，该气体盘直径比冥王星轨道直径大10倍。蝴蝶星云距离地球2 100光年。

温度比太阳高两倍

白矮星表面的温度高达太阳温度的两倍，因此呈白色，尽管其发光度不及太阳的千分之一。

白矮星

它是红巨星的残余物，位于星云的中央，碳和氧的聚变已经停止，慢慢冷却消失。



◀ IC 418

螺线图星云有炽热明亮的内核，它们会刺激附近的原子，促使其生长。螺线图星云宽约0.1光年，距离地球2 000光年。

钱德拉塞卡极限

1983年诺贝尔物理学奖获得者，天体物理学家苏布拉马尼扬·钱德拉塞卡计算出了不会导致一颗恒星最终崩溃的质量极限。如果恒星的质量超过这个极限，那么它最终会爆炸，成为超新星。

1.44太阳质量

这是钱德拉塞卡计算得出的极限值。如果超出这个值，矮星会因不能支持其本身的重力而崩溃。

NGC 6542 猫眼星云



3吨

这只是一勺白矮星的重量。白矮星的质量非常大，尽管它的直径只有15 000千米，与地球的直径相当。



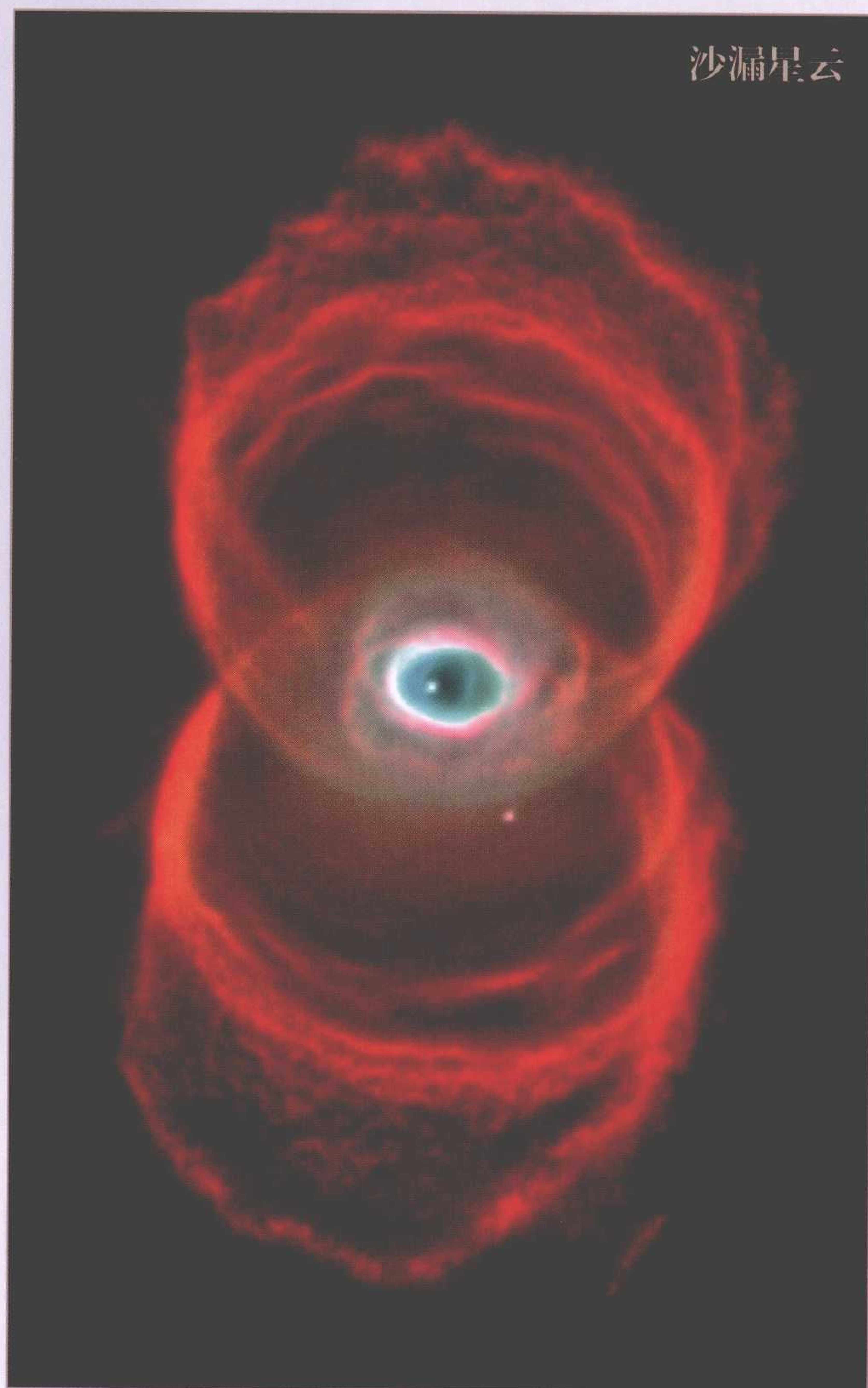
NGC 7293 ▶

螺旋（Helix）是一个行星状星云，是一颗太阳类恒星生命终结产生的。它距离地球650光年，位于宝瓶座星群。

气体的

同心多元

类似于洋葱的内部结构，围绕白矮星形成多层结构。每一层的质量都大于太阳系所有行星的总质量。

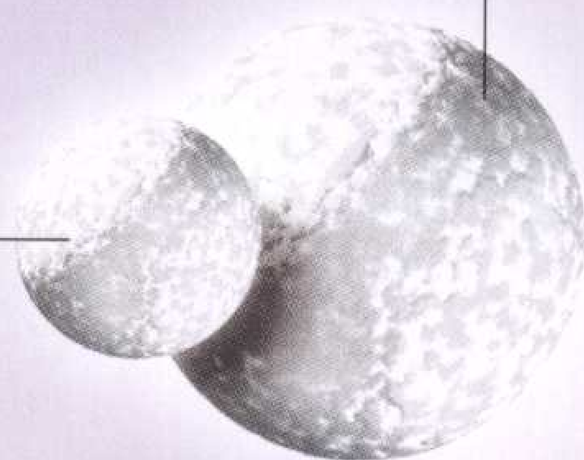


MYCN18 ▶

两个彩色气体环形成了这个沙漏状的星云轮廓。照片中的红色是氮，绿色是氢。这团星云距离地球8 000光年。

氢

环绕着恒星继续扩展的气体主要是氢，还有氦以及更少量的氧、氮和其他元素。

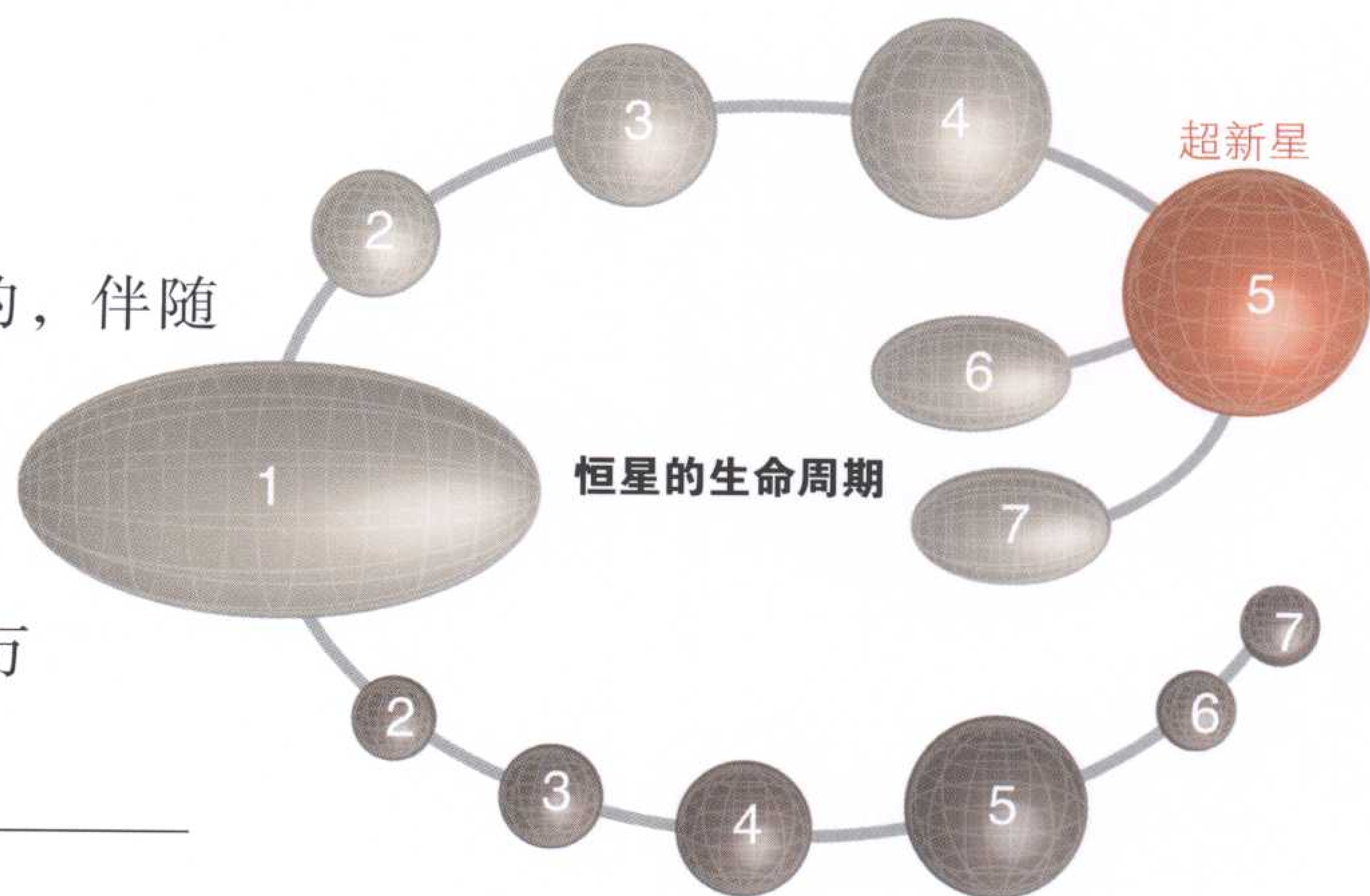


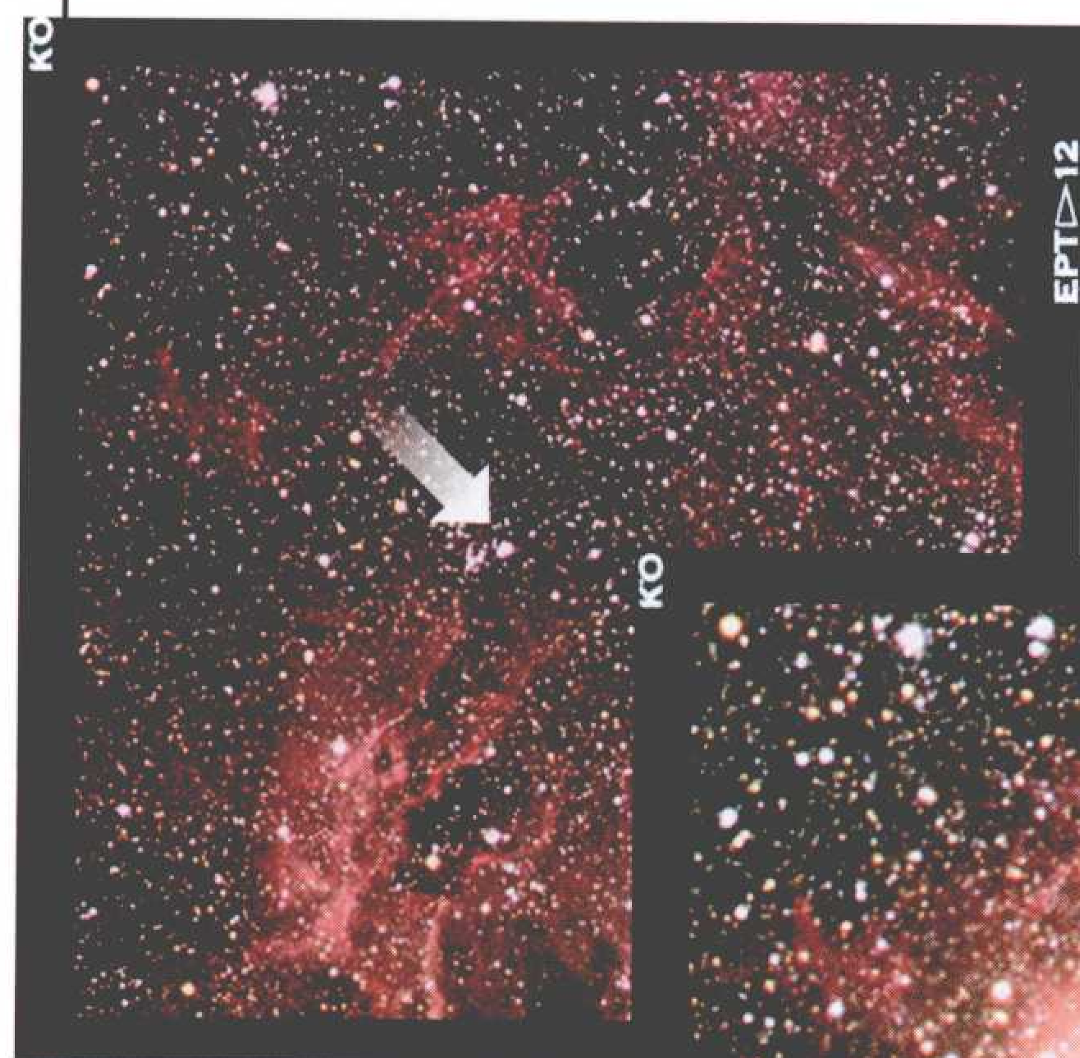
▲ 白矮星的密度

白矮星的密度比水的密度高100万倍。也就是说，每立方米的白矮星重达100万吨。星球的质量与其直径并不成正比。一颗白矮星的直径不及太阳的百分之一，但其质量确要大70倍。

超新星

超新星是一颗巨星在其生命终结时异常爆炸形成的，伴随着爆炸释放出的巨大能量，亮度急剧增加。在10秒钟内，一颗超新星释放的能量比太阳整个生命周期释放的能量还要高100倍。形成一颗超新星的恒星爆炸之后，其气态残留物扩张并闪耀数百万年。据估计，银河系中每个世纪会产生两颗超新星。●





◀ **1987年2月22日**
这颗恒星处于生命周期的最后时刻。由于质量巨大，它会以爆炸的方式终止生命。星系只显示其惯常的发光度。



1987年2月23日 ▶
超新星爆炸之后，这个星球附近区域的亮度增加。

爆炸之前和之后

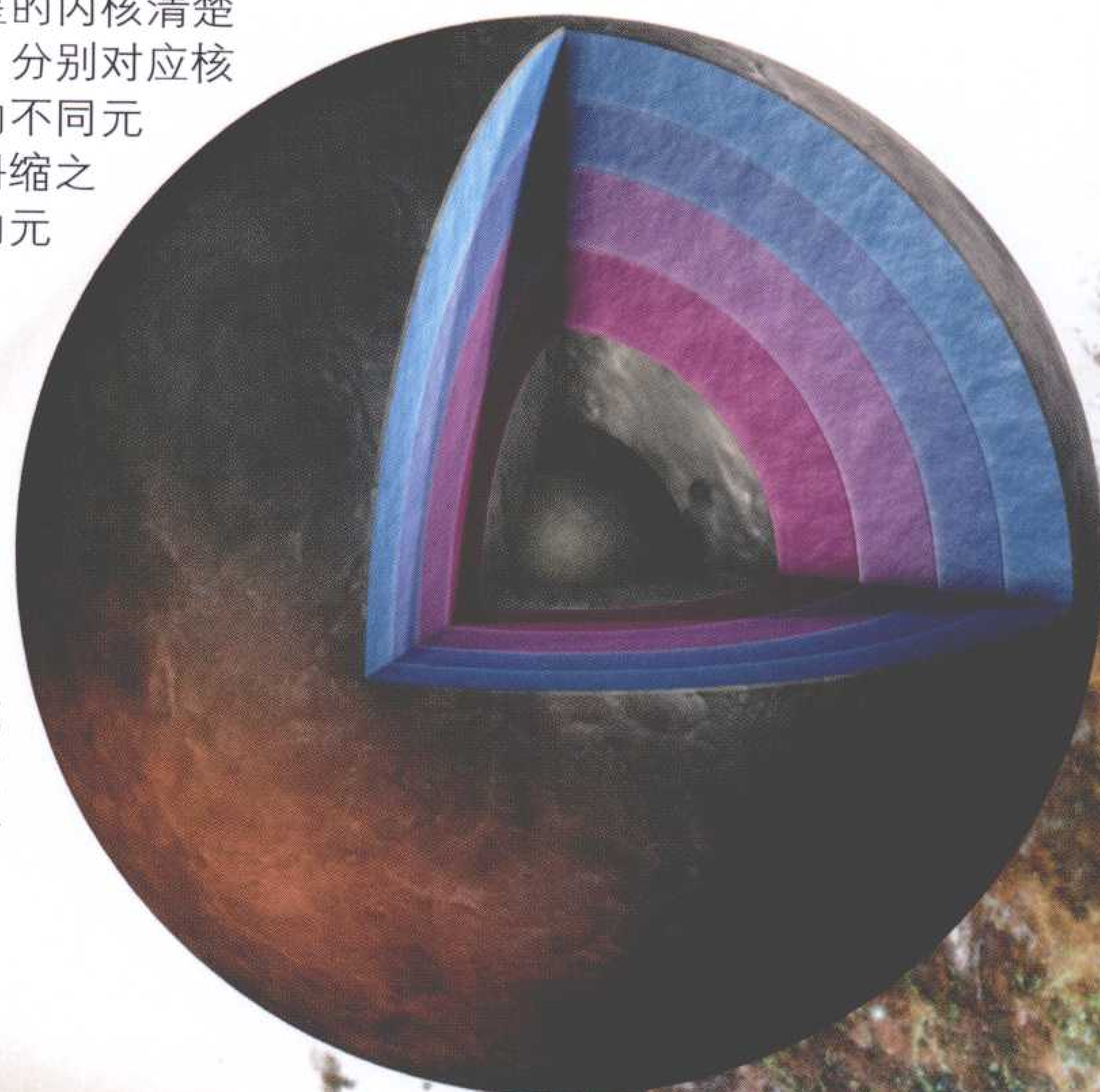
左侧图片显示的是大麦哲伦星云，一个距离地球17万光年的不规则星系，它展示了1987A超新星爆炸之前的状态。右侧的图片显示的是超新星。

恒星的微光

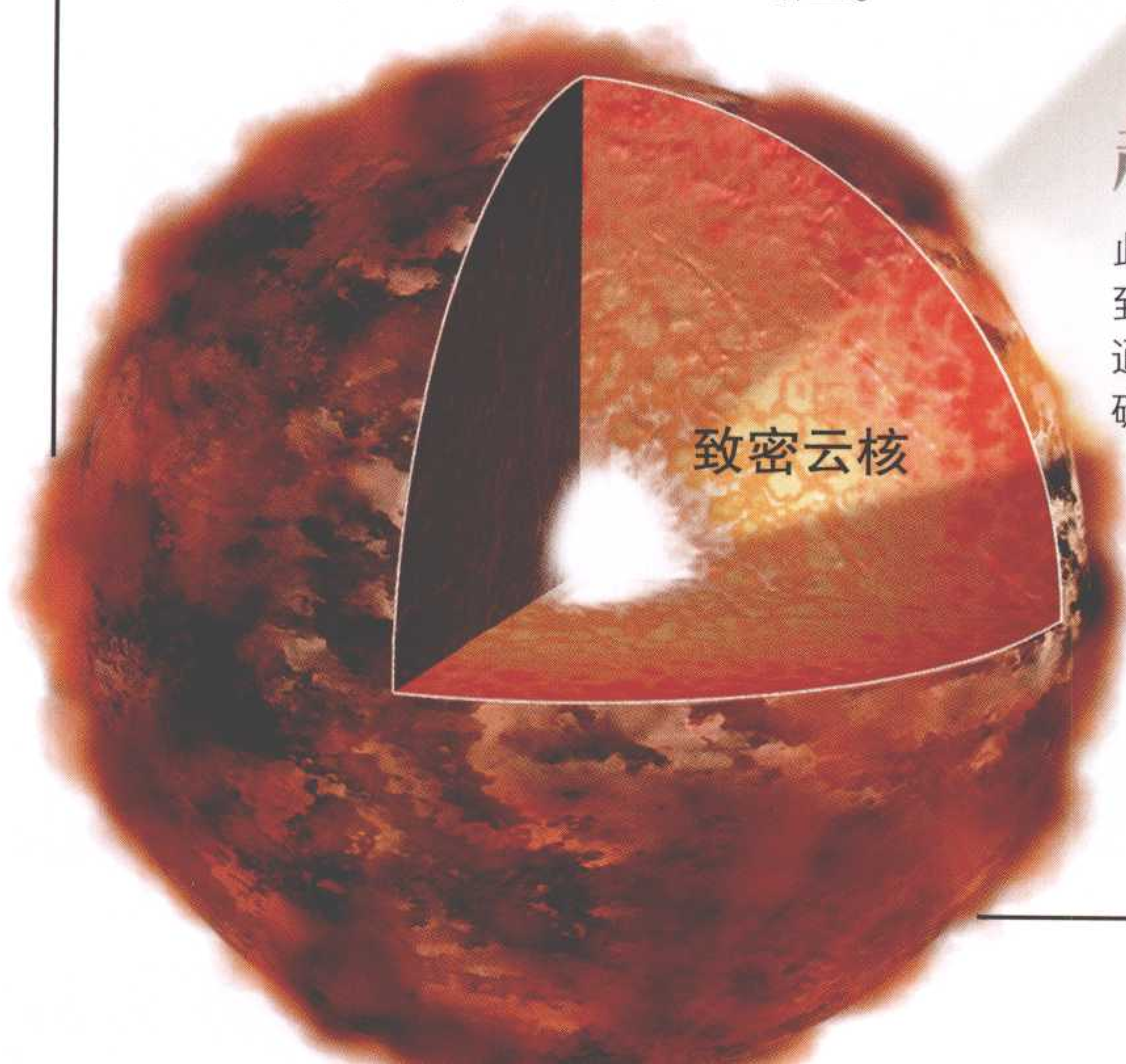
因为恒星的内核极重，再也不能支持其本身的重量，所以会发生标志着一个超巨星生命终结的爆炸。在内部没有聚变的情况下，恒星自己坍缩，喷射剩余气体。这些气体能够继续膨胀并闪耀数百年，甚至数千年。恒星的爆炸将新物质注入星际空间，并提供能够生成新一代恒星的重原子。

内　核

可以看到恒星的内核清楚地分为数层，分别对应核聚变时产生的不同元素。在恒星坍缩之前最后生成的元素是铁。



聚变
垂死恒星内部核聚变的速度比在红巨星阶段更快。



超巨星

此类恒星的直径可能增加到太阳直径的1 000倍。通过核聚变，它能产生比碳和氧更重的元素。

其他元素

当一颗恒星的铁核密度增加到1.44个太阳质量时，这颗恒星就不能继续支撑其本身的质量，最终会坍缩。随之发生的爆炸中产生了比铁重的元素，比如金和铀。

生命终止
根据其初始质量，恒星生命终止之时要么生成一颗中子星，要么形成一个黑洞。

爆 炸

恒星的生命最终在巨大的爆炸中结束。在爆炸之后的数周内将产生大量的能量辐射，有时候甚至比这颗恒星的母星系产生的能量还要大。超新星可能会照亮其所在星系数周之久。

船底座伊塔星

超大质量
船底座伊塔星的质量比太阳大100倍。天文学家认为船底座伊塔星将会爆炸，但不确定具体是什么时候。

气体和尘埃
气体和尘埃在两个可见裂片上大量积聚，吸收其中心发出的蓝光和紫外线。

EPT▷12

EPT▷11

蟹状星云

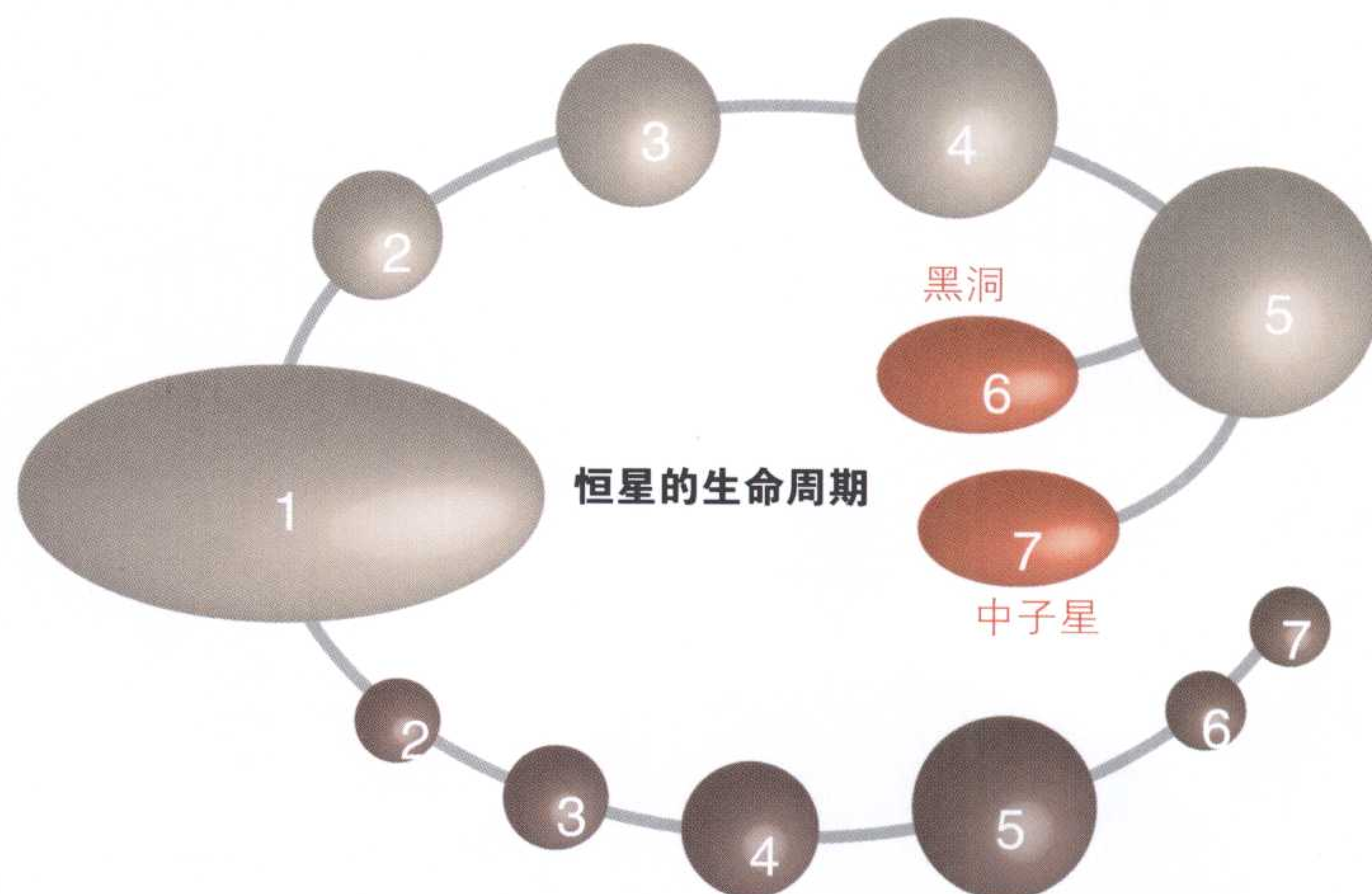
气态细丝
超新星喷出气态细丝，速度为1 000千米/秒。

恒星残余物

当恒星爆炸形成超新星之后，会在太空中留下重元素（比如碳、氧和铁），这些元素在恒星爆炸之前位于内核之中。蟹状星云（M1）是由一颗中国天文学家在1054年发现的超新星生成的。蟹状星云距离地球6 500光年，直径约12光年。生成蟹状星云的恒星的初始质量大约为10个太阳质量。1969年，科学家在蟹状星云中心发现了一颗向外辐射X射线，并每秒旋转33周的脉冲星，它使蟹状星云成为一个强大的辐射源。

最终的黑暗

恒星内核演变到最后阶段会变成一个密度非常高的紧密星体。其具体情况取决于恒星崩溃时的质量。最大的恒星变成黑洞，它们的密度非常大，以至于其引力能够捕获光。探测这些死亡恒星的唯一途径是搜寻它们的引力作用。●



发现黑洞

观测太空中黑洞存在的唯一方法是探测它对周围恒星的影响。由于黑洞发出的引力非常强大，周围恒星的气体会被黑洞吸收，以很高的速度向着黑洞旋转，形成一种名为吸积盘的结构。气体之间的摩擦使其温度升高，直到发出明亮的光芒。吸积盘最热的部分的温度可能高达1亿摄氏度，而且是一个X射线源。黑洞发出如此强烈的引力，能吸引任何经过的物体，可以说任何物质都难以逃脱它的魔力，即使光线也是如此。黑洞是不透明的，即使是最先进的望远镜也看不到它。有些天文学家认为超大质量黑洞的质量可能是太阳的数百万倍，甚至数十亿倍。

X射线
气体进入黑洞时被加热并发出X射线。

光线

彻底逃离
远离黑洞中心区域的光线能继续传播而不受影响。

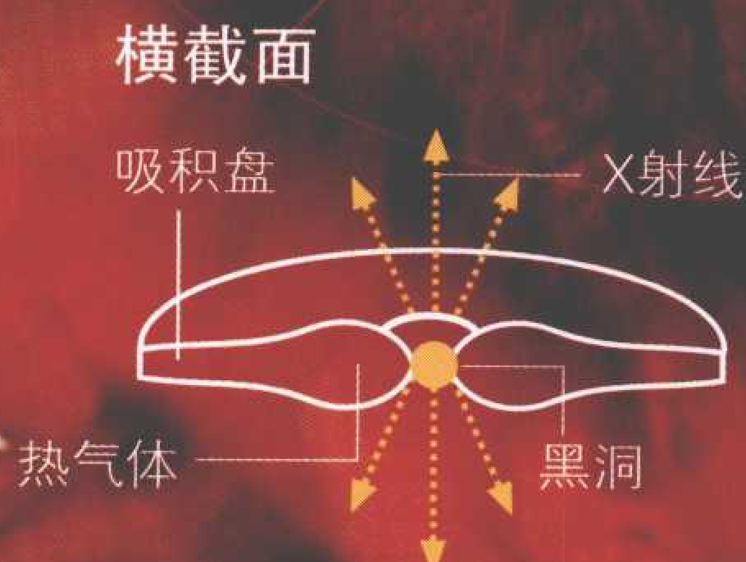
接近极限
光线没有穿越黑洞事界（事界：黑洞周围物质有去无回的边界，在边界以外观测不到边界以内的任何事件），仍能保持它们的亮度。

黑暗
经过黑洞内核附近的光线都被黑洞捕获。

吸积盘

吸积盘是黑洞从周围恒星吸引的物质的气态积聚。在非常靠近黑洞的吸积盘区域，会发出X射线。积聚的气体以非常高的速度旋转。当其他恒星的气体与吸积盘碰撞时，会产生明亮的热点。

横截面



发亮气体

由于吸积盘是由高速旋转的气体构成的，因此在接近其内核的地方会发出强烈的光芒，但在靠近边缘的地方温度较低，也比较暗。

中子星

如果恒星的初始质量为10~20个太阳质量，那么其最终质量会远远大于太阳的质量。虽然恒星在核反应过程中丧失了大量的物质，但它最终还有一颗密度很高的内核。由于其强磁性和引力场，中子星最终会形成一颗脉冲星。脉冲星就是一颗高度旋转的中子星，会发出无线电波束或其他放射物。由于无线电波束席卷物体，因此看到的放射为非常有规则的脉冲。

1 红巨星
红巨星脱离主序。它的直径比太阳直径大100倍。

2 超巨星
超巨星生长并迅速熔合较重的化学元素，形成碳、氧，最后形成铁。

3 爆炸
恒星的铁核坍缩。质子和电子互相湮灭对方，形成中子。

质量丧失
在接近生命终点的时候，中子星会失去超过90%的初始质量。

4 致密内核
内核的准确成分目前尚无定论。绝大多数相互作用的粒子是中子。



10亿吨

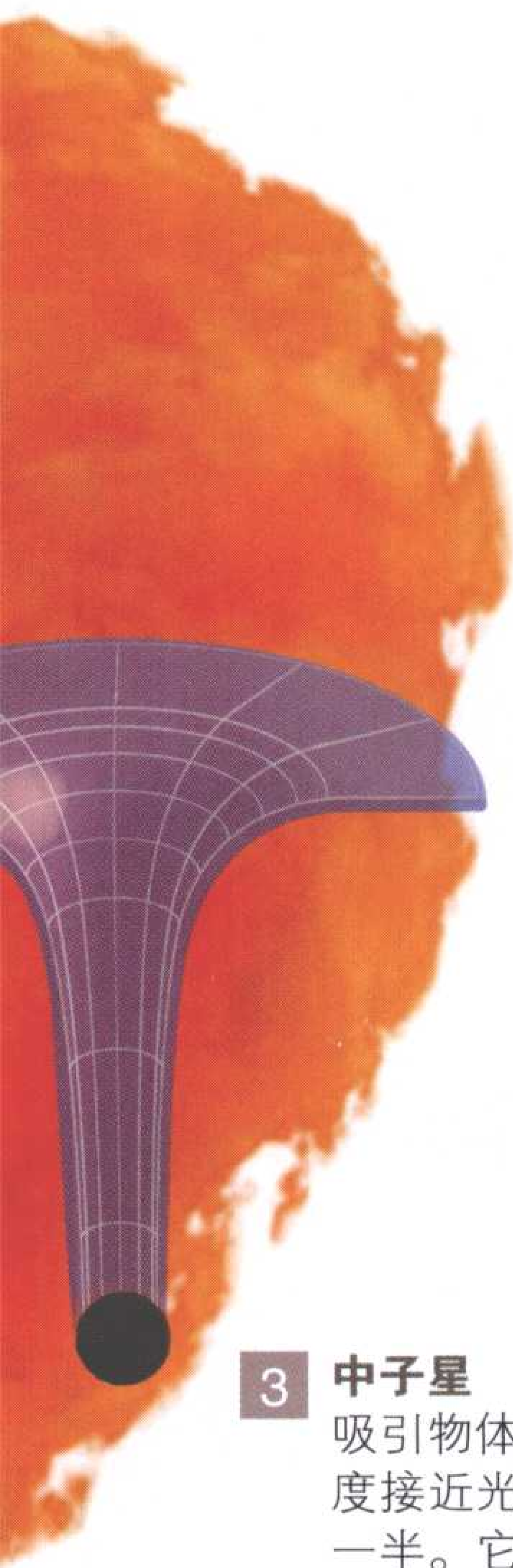
这只是一勺中子星的重量。中子星的直径虽小，但它有一个压缩的致密内核，并伴随着强大的引力作用。

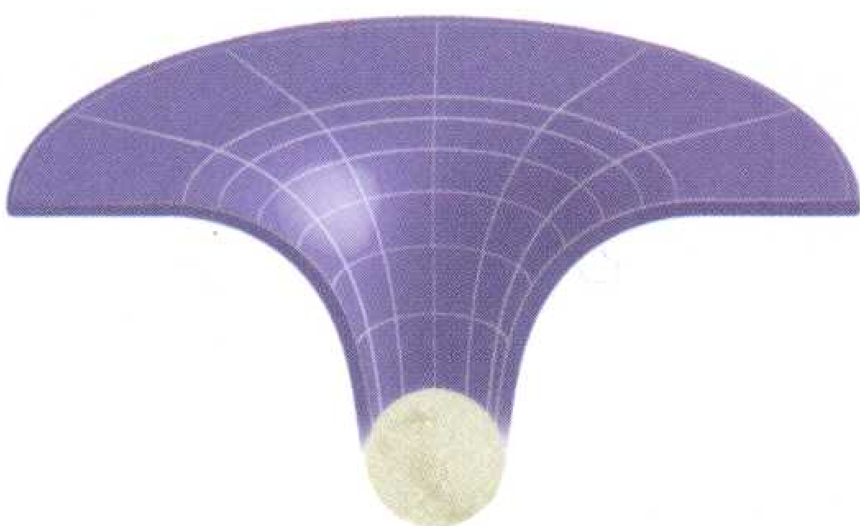
强引力

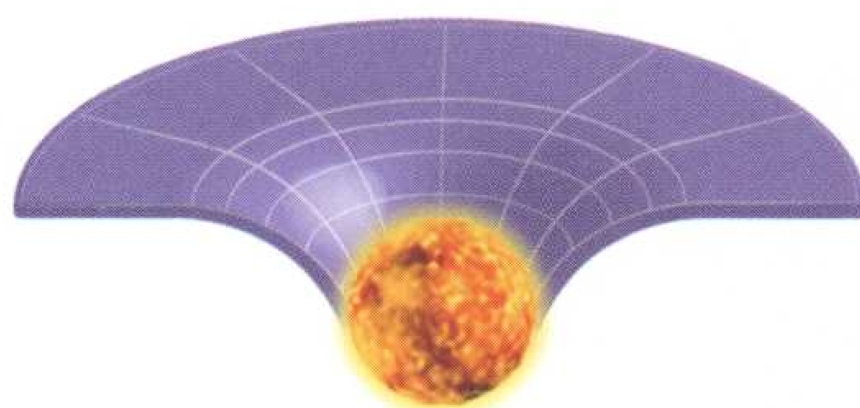
黑洞的引力吸引附近恒星的气体。这些气体形成巨大的螺旋状，越靠近黑洞旋转速度越快。其产生的引力场非常强大，以至于能够捕捉任何靠近的物体。

弯曲的空间

广义相对论认为，引力不是一种力，而是空间的变形。这种变形产生了重力井，其深度取决于物体的质量。物体通过空间的弯曲而吸引其他物体。







1 太阳
形成一个浅的重力井。

2 白矮星
生成一个较深的重力井，以更高的速度吸引物体。

3 中子星
吸引物体的速度接近光速的一半。它的重力井更明显。

入口

出口

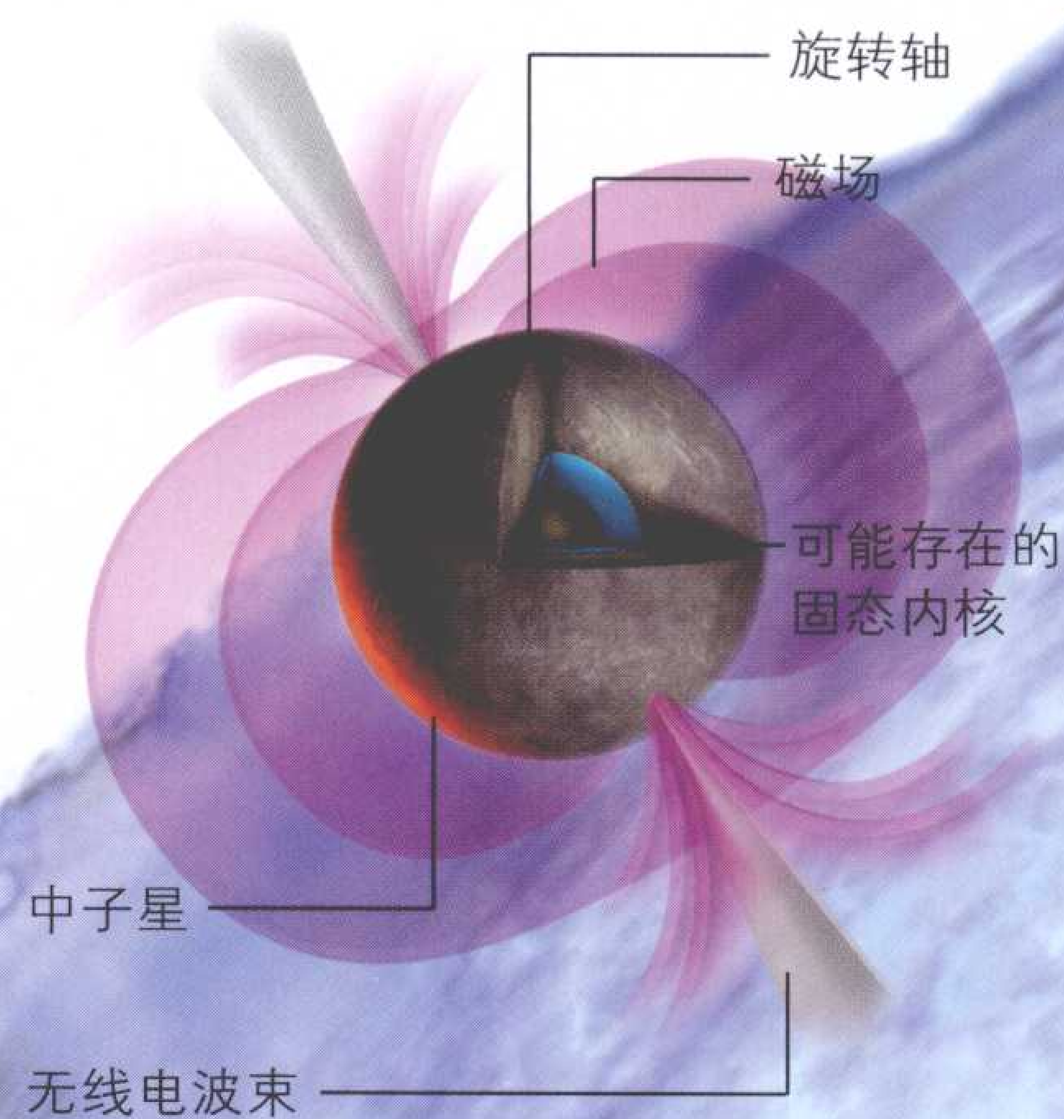
虫洞

4 黑洞
太靠近黑洞的物体会被黑洞吞噬。黑洞的重力井无穷大，能不断捕获物质和光线。黑洞边界描述了什么能被吸引、什么不能被吸引的界限。任何跨越该事界的物体都随着一个螺旋路径进入重力井。有些科学家认为存在所谓的虫洞（即反重力通道），并假设通过该通道穿越宇宙是可能的。科学家认为，利用空间弯曲，能在数秒钟之内从地球移动到月球。

脉冲星

第一次发现脉冲星（发出无线电波的中子星）是在1967年。脉冲星约以30次/秒的速度旋转，拥有非常强大的磁场。脉冲星在旋转的时候从两个磁极发射无线电波。如果一颗脉冲星从周围恒星吸引气体，就会在脉冲星表面产生一个发射X射线的热点。

脉冲星的结构



从超巨星吞噬气体

在双星系统之内，脉冲星跟黑洞类似。脉冲星的引力使得它能够吸引周围比它小的恒星的气体，并加热脉冲星表面，形成X射线。

星系解析

星系是诸多旋转的恒星、气体和尘埃群。200多年前，哲学家伊曼纽尔·康德就假设星云是遥远恒星的宇宙岛。虽然现在天文学家已经知道星系由于引力作用而结合在一起，但是尚不能破译到底是什么原因形成了不同形状的星系。不同类型的星系有不同的形状，从古老恒星的椭圆形到新星形成的带有臂膀以及明亮气体的螺旋形等。星系中心集聚的恒星数量最多。现在我们知道银河星系非常广大，尽管光线每秒钟能传播30万千米，但光线从银河一端到达另一端也需要10万年时间。●

恒星都市

第一批星系形成于大爆炸之后的1亿年间，在太空中可以找到数十亿个这种恒星团。关于星系有两个最重要的发现，这要归功于天文学家埃德温·哈勃。1926年，他指出，在夜空中可以看到的光点或者说补丁，实际上是遥远的星群。哈勃的发现结束了当时天文学家认为银河系就是宇宙的观点。1929年，根据众多对恒星放射光谱的观察资料，哈勃指出星系的光线出现了红移现象（多普勒效应）。这种效应表明众多星系正在离开银河系，他的结论

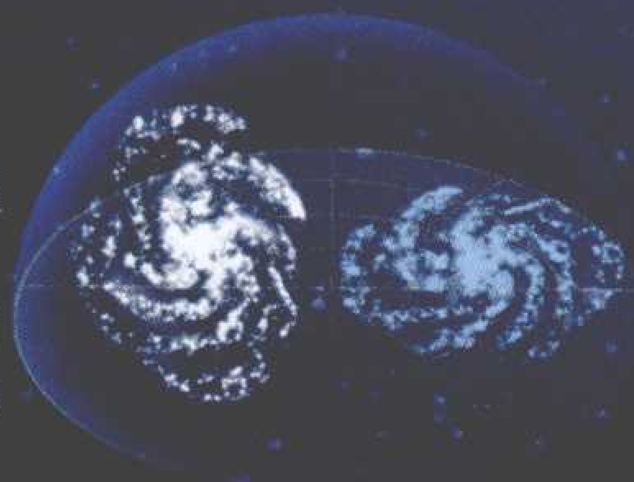
碰撞

在距离地球3亿光年的地方，这两个星系碰撞形成一对，它们在一起被合称为“老鼠”，因为每个星系都拖着一条大大的恒星尾巴。随着时间的推移，这两个星系将融合为一个更大的星系。有人认为，将来的宇宙将由少数巨星组成。

新总表4676

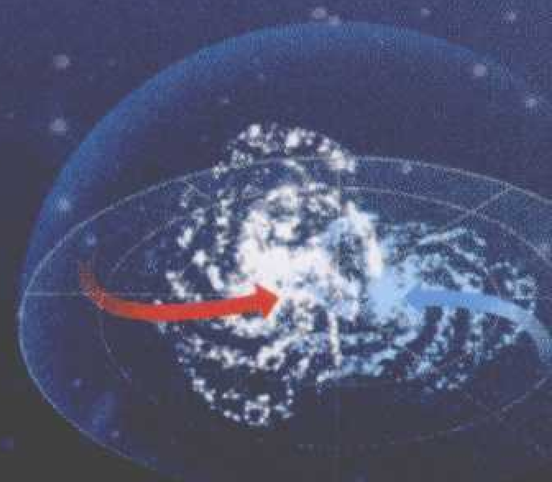
1

12亿年以前，触角星（NGC4038和NGC4039）是两个独立的螺旋形星系。



2

3亿年之后，这两个星系以很高的速度相撞。



银河系

从侧面看，银河系就像一个扁扁的、中间膨胀的碟子。环绕着这个碟子的是一个球形区域，称为光晕，其中包括暗物质和球状恒星群。从六月到九月，银河系都特别明亮，从上面比从侧面看起来更明显。

哈勃的星系分类

椭圆形

有些星系的形状是椭圆形，星系中的尘埃和气体很少。它们的质量大不相同。

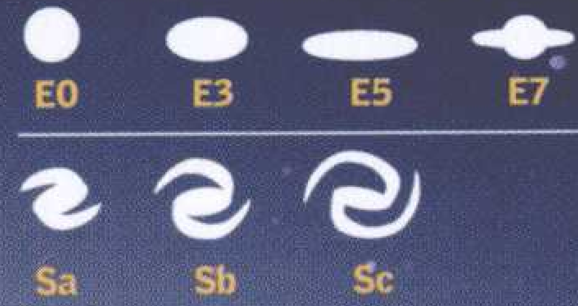
螺旋形

在一个螺旋形星系中，一个由旧恒星形成的核心区域周围环绕着一个由恒星组成的扁平碟以及两个或多个螺旋臂。

不规则形

不规则星系没有固定形状，难以归类。它们含有大量的气体和尘埃云。

子分类



子分类

根据它们的趋圆性（如果是椭圆型星系）、是否有轴以及臂长（如果是螺旋形和棒旋形星系），星系可以再分成不同的子类。E0星系是椭圆形的，但是几乎接近圆形，而E7星系是扁平椭圆形的。Sa星系有一个巨大的中心轴以及卷曲的臂，而Sc星系的轴较细，臂伸展得更长。

武仙座 球状星座

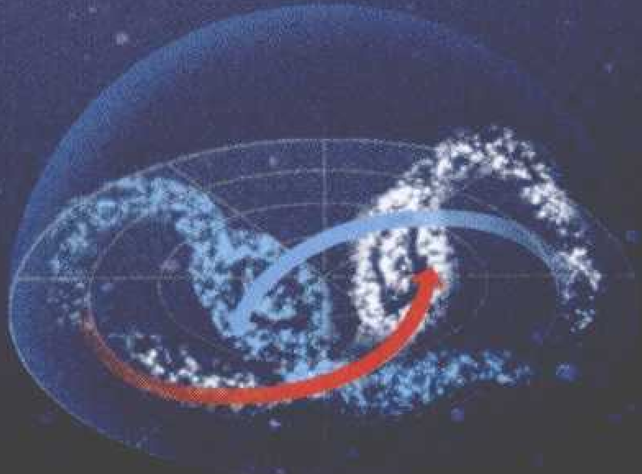
星系团

星系趋向于聚集成组或成团。由于引力作用，它们可以在任何地方形成星系团，其中的星系数量则从2个到2 000个不等。这些星系团有不同的形状，天文学家认为它们结合在一起时会扩张。这里显示的阿贝尔2151（武仙座星系团）距离地球大约5亿光年。图中每一个点代表一个星系，而每个星系由数十亿颗恒星构成。

是宇宙正在膨胀。但是宇宙的扩张并不意味着星系数量的增加。相反，星系可能会碰撞并合并。当两个星系碰撞时，它们会发生不同程度的变形。随着时间的推移，星系的数量会越来越少。有些星系的形状非常特别，本页中间的图像显示的是草帽星系，它有一个明亮的白色内核，周围环绕着稀薄的螺旋臂。

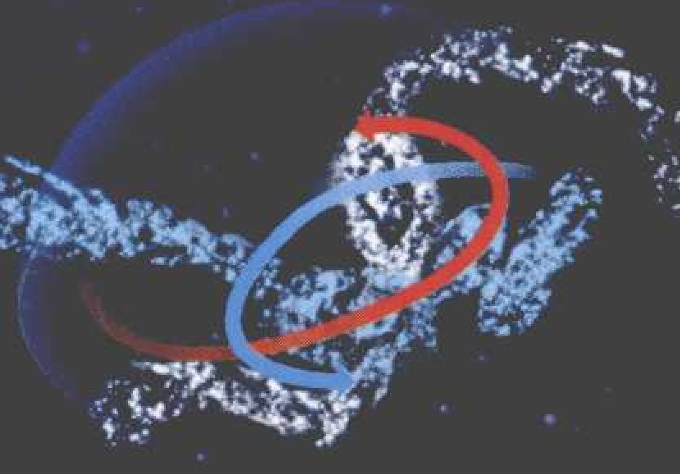
3

3亿年流逝，碰撞相继发生，两个星系的形状开始变化。



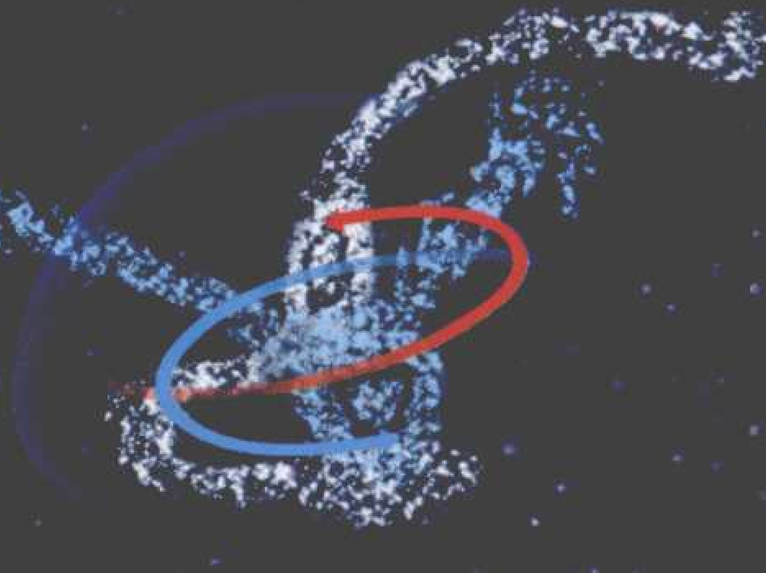
4

3亿年之后，螺旋臂中的恒星被两个星系排斥。



5

现在，两道被排斥的恒星流已经从原来的星系伸展到了很远的地方。



活跃星系

有少量的星系与其他星系不同，能够释放大量的能量。能量释放可能是由于其内核中存在黑洞引起的，而黑洞是由伴随超巨星死亡而产生的引力瓦解形成的。在第一个10亿年里，星系可能已经从周围积聚了气体盘，并相应地散发辐射。我们现在观测到的非常遥远距离处的第一批星系的内核很可能是类星体。●

无线电波

从中心喷射的气流释放无线电波，可以用射电望远镜观测到。

能量活动

天文学家认为活跃星系是宇宙诞生时的直接产物。在大爆炸之后，这些星系可能还保留着非常活跃的辐射活动。类星体——宇宙中最亮也是最古老的物体——构成了这种星系的内核。在有些情况下，它们会发出X射线或无线电波。这种高能活动的存在，支持了星系是从含有类星体的特大质量黑洞中产生的理论。该理论认为在恒星形成时，由于没有气体提供原料，类星体变得不再活跃。很多星系可能都要经历这个演化过程。类星体代表着现在使用专业望远镜可能看到的极限。它们规模小、密度高，且亮度高。

中央环

活跃星系的内核由于尘埃和气体环的阻挡而变得看起来很模糊，似乎外部昏暗而内部明亮。它是一个强大的能量源。

1

引力

引力开始将大量热的气态云凝聚在一起。云团互相吸引并发生碰撞，形成恒星。大量气体在星系的中央积聚，使引力作用加强，直至在星系中央形成一个巨大的黑洞。

2

类星体内核

明亮的吸积盘由气体、恒星残留物和尘埃组成，它们环绕超大质量的黑洞旋转。黑洞的质量相当于数十亿个太阳时，使得气流以接近光速的速度喷射到太空中。

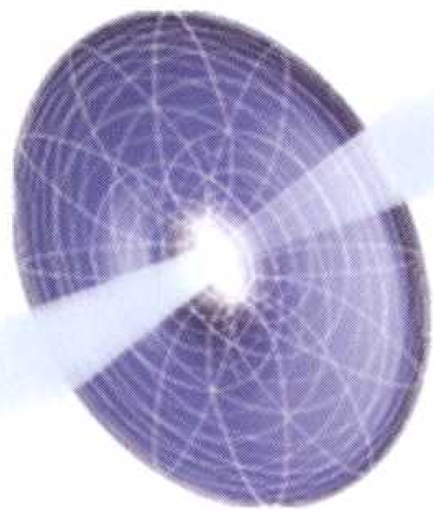
3

黑洞

黑洞吞噬环绕在其周围的气体，形成炽热的气态螺旋体，释放高速气流。磁场向黑洞周围倾泻出大量的带电电子，吸积盘外部吸收星际气体。

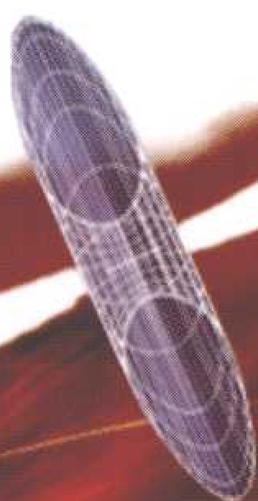
分类

活跃星系的分类取决于它到地球的距离及其透视图。类星体、射电星系及耀变体属于同一物体群体，只是人类对其感知的方式不同。



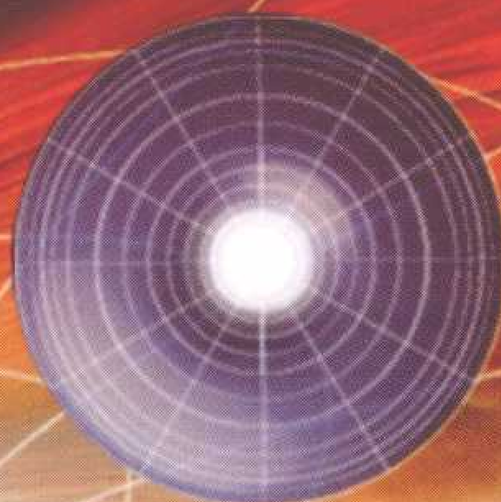
类星体

这是宇宙中最强大的物体，但距离地球极其遥远，看起来就像是散落的星星。它们是遥远星系的明亮内核。



射电星系

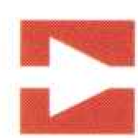
射电星系是宇宙中最大的物体。气流从其中心喷射出来，绵延数千光年。射电星系的内核无法被观测到。



耀变体

耀变体可能是带有气流的活跃星系，其气流径直朝向地球。耀变体的亮度每天都在变化。

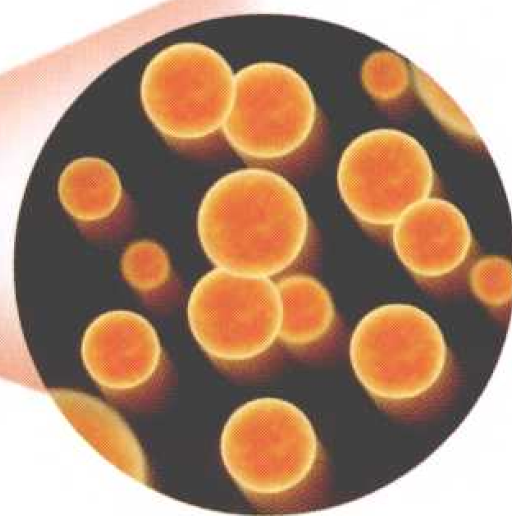
星系形成



与活跃星系的形成相关的一个理论认为，很多星系（或许包括银河系在内）是由于类星体内核逐渐冷却而形成的。随着周围气体合并形成恒星，类星体由于没有更多的气体可以吸收，失去了能量源，变得不再活跃。根据这个理论，星系演变存在一个从类星体向活跃星系、再到如今我们常见的星系过渡的自然过程。1994年，研究银河中心的天文学家发现了一个可能包含一个黑洞的区域，这可能是早期星系活动遗留下来的。

气态云

在宇宙形成早期，气态云从大量气体的引力坍缩中出现。随后，在云团的内部开始形成恒星。



不断增加的引力

1 黑洞外边缘由气体和尘埃组成的黑色云团被慢慢吞噬。

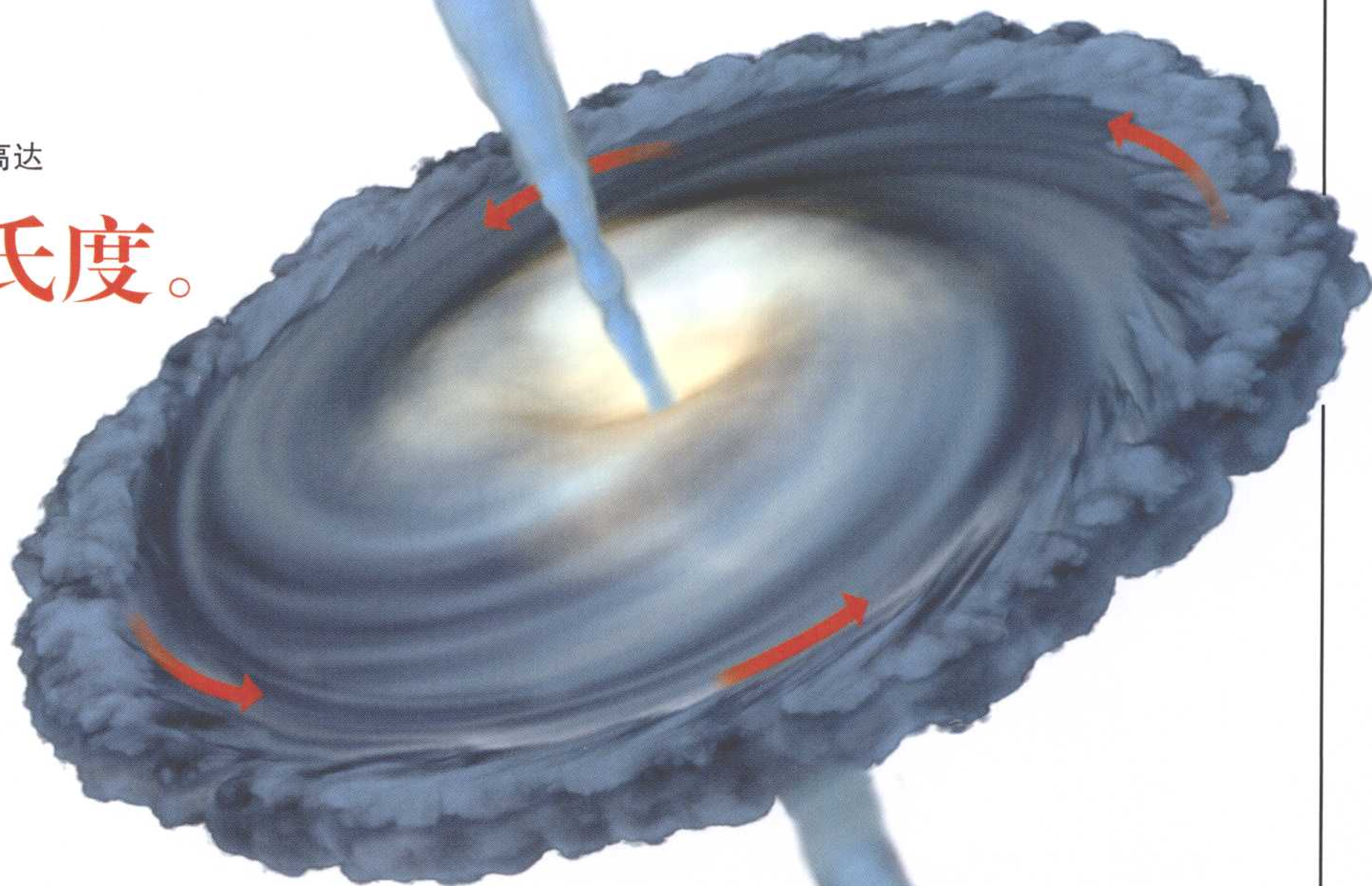
2 随着气体向内移动，它们的温度也在升高。

3 吸积盘的强引力吸引并摧毁恒星。

4 黑洞中心辐射带电粒子。

黑洞中心所能达到的温度高达

100万摄氏度。



吸积盘

吸积盘由星际气体和恒星残留物形成，其中心温度极高，因此可以释放X射线。

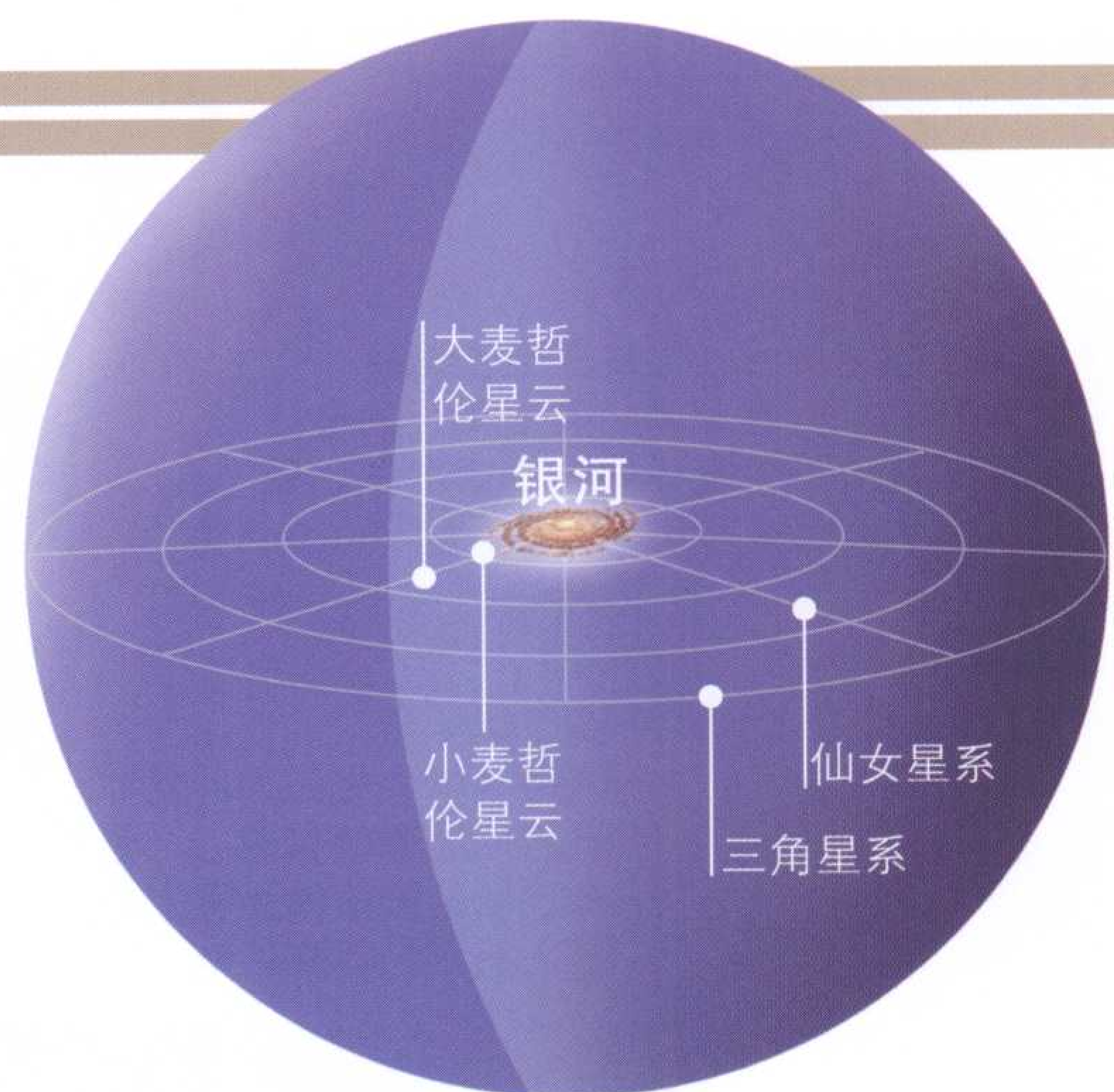
粒子

粒子从黑洞中喷射出来，具有很强的磁场。粒子流在离开内核时，以接近光速的速度传播。

4 稳定星系

在成形90亿年之后，星系内核有一个特大质量的黑洞，大大降低了星系的能量活动，形成了一个低能量内核。星系的稳定使得恒星和其他天体的产生成为可能。

恒星都市群



有很长一段时间，我们的星系（称为银河系，因为它很像夜空中的一条银色河流）一直是一个谜。伽利略在1610年制造了一台望远镜，首次对银河系进行观察，他看到那条微弱的白色条带是由成千上万颗星星组成的，这些星星看起来非常靠近，几乎能碰到彼此。渐渐地，天文学家开始意识到所有这些星星，就像我们的太阳一样，是这个巨大系统——星系的一部分，这就是我们的恒星都市群。

银河系的结构

银河系由1 000多亿颗星星组成，有两条螺旋臂围绕中心旋转。人马座形成的螺旋臂位于猎户星座和银河中心之间，拥有星系中最明亮的恒星之一——船底座伊塔星。而英仙座构成的螺旋臂，也是银河的主要外层臂，它包含年轻的恒星和星云。猎户星座构成的旋转臂在英仙座和人马座之间延伸，太阳系就在其内层边界内。银河系的猎户星座是真正的造星工场，那里的气态星际物质可以产生数以十亿计的恒星，其内部还有恒星残余物。

旋转

银河系不同部分的旋转速度因其到银河系中心的距离不同而不同。多数的恒星集中在银河系中心和边界之间的区域。在这个区域，旋转速度更高，因为区域内的物体都能感受到银河系内部数以十亿计的恒星发出的引力。

200千米/小时
220千米/小时
240千米/小时
250千米/小时
30°
360°
中央突起
三千秒差旋臂
矩尺座旋臂
英仙座旋臂
猎户座旋臂
人马座旋臂
120°
天鹰星云
船底座
伊塔星
太阳系
猎户座
大星云
仙后座旋臂
6 000光年
150°
蟹状星云
180°
180°

中央区域

银河系充满了由尘埃和岩石颗粒形成的云团，因此从星系外面难以看到其中心区域。利用能记录红外线、无线电波或X射线的望远镜则能看到银河中心，因为它们可以穿透阻碍视线的物质。银河系的中心轴含有年龄大约140亿年的古老恒星。银河系内部活动剧烈，有两个热气体云团：人马座A和B。在银河系内核以外的中心区，一片巨大的黑云内含有70种不同的分子。这些气体云同我们星系中心的激烈活动相关，含有银河系不同深度的核心。一般而言，这个区域的恒星温度较低，颜色表现为从红色到橙色。

黑洞
许多天文学家认为，有一个黑洞占据了银河系的中心，其强大的引力捕获了周边绕轨运行的气体。

热气体
源自中央区域表面的热气体可能是由吸积盘剧烈爆炸而产生的。

明亮恒星
明亮的恒星是由未被黑洞吸收的气体形成的，绝大多数都很年轻。

人马座B2
人马座B2是银河中央区域最大的黑云，其含有的乙醇量足以覆盖整个地球。

磁力
银河系的中央环绕着强磁场，它或许来自一个旋转的黑洞。

气体螺旋
一个气体环围绕着银河中心旋转。其旋转速度表明这团气体被强大的引力捕获，这个引力远远大于中央区域的恒星引力。

正中心

银河系中央有非常剧烈的无线电波活动，可能是由一个吸积盘产生的。该吸积盘由环绕一个巨大黑洞的白炽气体形成。1994年发现的人马座A区是一个气体环，它的旋转速度非常快，在距离银河系中央几光年的地方盘旋。它的旋转速度显示了银河系中心发出的强大引力，比这个区域的恒星发出的引力还要强大。在银河系中心闪耀的炽热的蓝色恒星可能是由尚未被黑洞吸收的气体形成的。

外环
尘埃和分子形成的黑云环，它由巨大的爆炸形成，目前正在向外膨胀。天文学家怀疑银河系中央区域的一个小物体可能是其源头。

多变的星系

在通过光学设备（采用可见光）拍摄的照片上，银河系最明亮的部分是人马座星群，它看起来位于银河系的中心。夜空中的亮带由几乎无法计量的众多恒星组成。在有些情况下，恒星受到浓密的尘埃云遮挡，使得银河系的某些区域看起来非常暗。在银河中可以找到的物体非常丰富。有一些物质（比如光环类）它们年龄很老，绕着星系在一个球面范围内分布。而其他物体形成一个更加扁平的结构，即碟类。在旋臂内部我们能找到银河系中最年轻的天体。在这些旋臂中存在大量的气体和星际尘埃。

100 000

光年
与其他星系相比，银河系的直径很大，但并没有达到巨大的程度。

可以看到的银河

人马座星群
接近银河系中心，人马座

暗区
是由于浓密云团遮蔽了恒星的光芒而造成的。

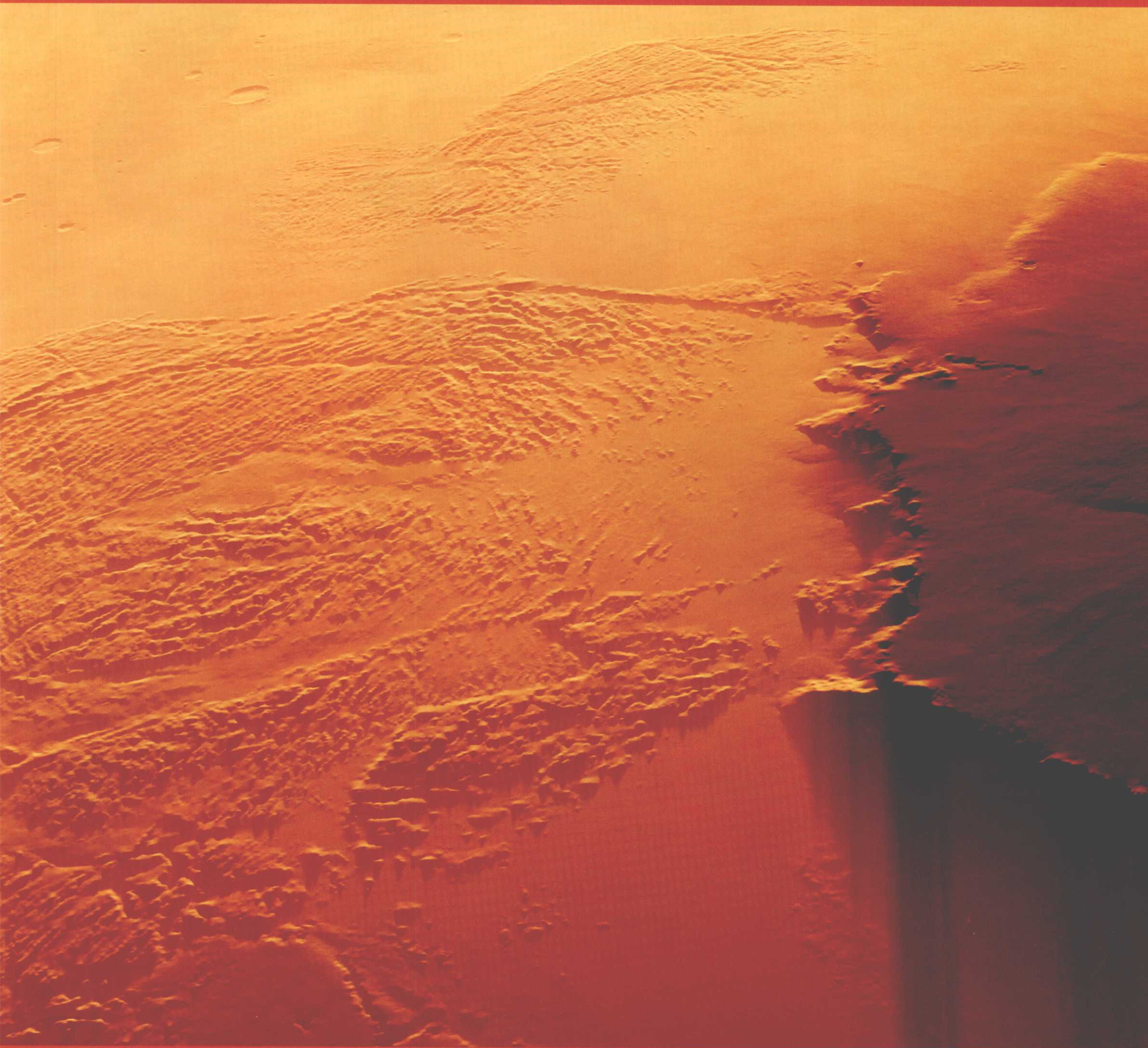
扇区
银河由很多不同的扇区组成。

恒星
组成银河系的恒星数量极多，因此我们不可能完全识别它们。

太阳系

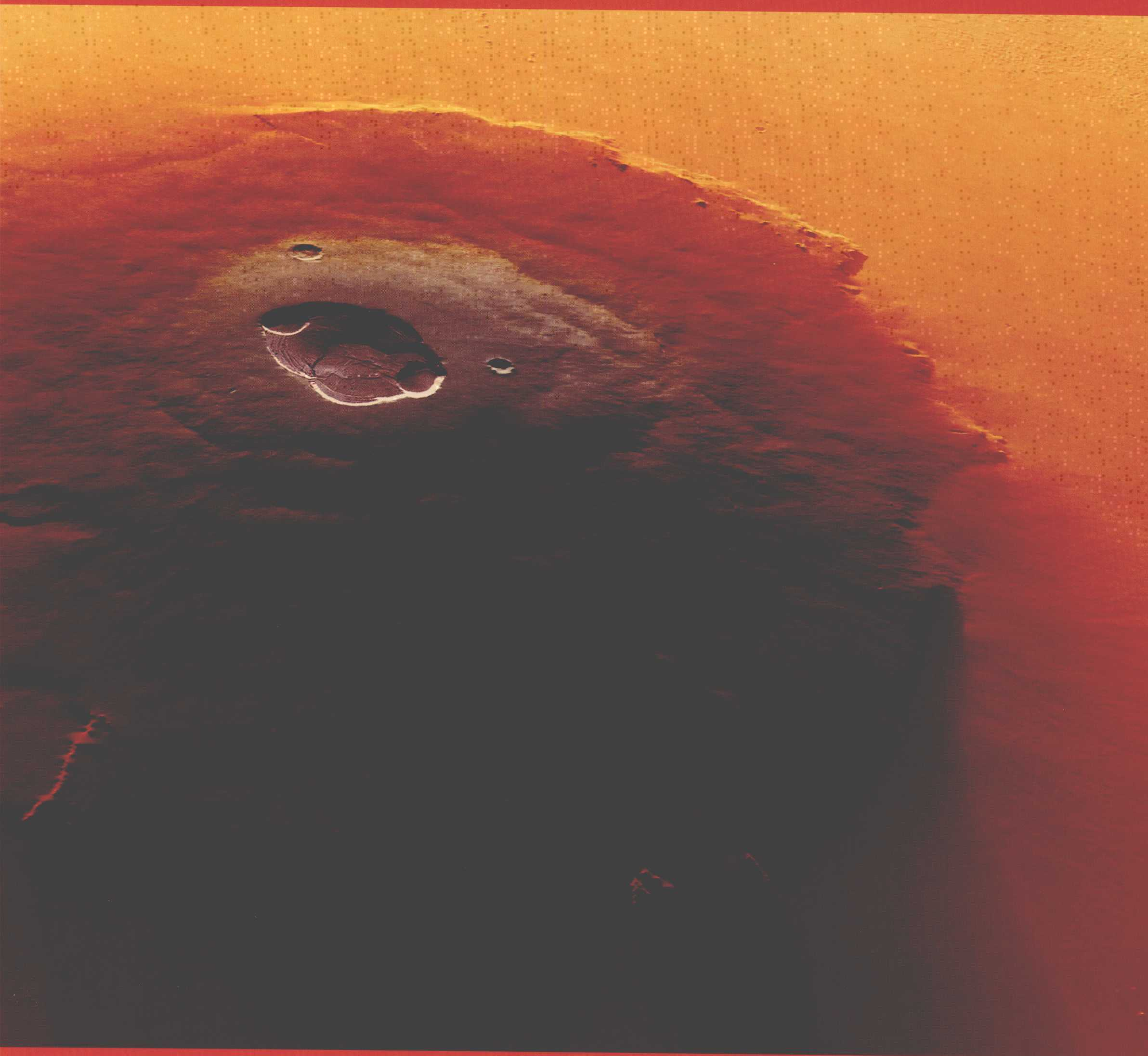
火星上的奥林匹斯山

奥林匹斯山是太阳系内最大的火山，大约有珠穆朗玛峰的2.5倍高。



在构成银河系的数亿颗恒星中，有一颗中等大小的，位于银河系的一个螺旋臂上，那就是太阳。对古人来说，太阳就是神；对我们而言，太阳是产生热量、维持生命的能源中心。这颗恒星以及环绕它运转的行星和其他天体构成了太阳

被一颗恒星吸引 40–41
一颗温暖的心 42–43
水星——“地狱” 44–45
金星——我们的邻居 46–47
迷人的火球 48–49
木星——气体巨行星 50–51
光环王 52–53
没有秘密的天王星 54–55
海王星——深蓝色星球 56–57
冥王星——如今的矮行星 58–59
遥远的世界 60–61
太空碎片——小行星和陨石 62–63
带尾巴的星星 64–65



系，大约于46亿年以前形成。围绕太阳运转的行星自己不能发光，但它们能反射太阳光。除了地球之外，火星是人类探测程度最高的行星。上图是一张火星上奥林匹斯山的照片，这是整个太阳系最大的火山，几乎是地球最高峰——珠穆朗玛峰的2.5倍高。

被一颗恒星吸引

太阳系由各大行星及其卫星、小行星、其他岩质天体和无数彗星类物质组成，有些与太阳之间的距离约有1.6万亿千米。17世纪，天文学家约翰尼斯·开普勒借用一种模型展示了太阳系星体的动态属性。根据他的观点，行星沿椭圆形轨迹（称为轨道）围绕太阳运行。通常情况下，行星的运动受太阳的引力场影响而产生。在天文学领域快速发展的今天，行星或行星类天体还围绕其他星体运动已是众所周知的事情。

外行星

指位于小行星带以外的行星。它们都是拥有小型固态核心的巨型气态球体。由于与太阳距离较远，这些行星上的温度一般都非常低。环系是这些行星专有的特点。其中，最大的行星要数木星：1300个地球才能填满它的内部。木星的质量是其他行星总质量的2.5倍。

海王星
直径 49 528千米
卫星 13颗

海卫一 海卫八 海卫二

天王星
直径 51 118千米
卫星 27颗

天卫三 天卫四 天卫二 天卫一 天卫五 天卫十五

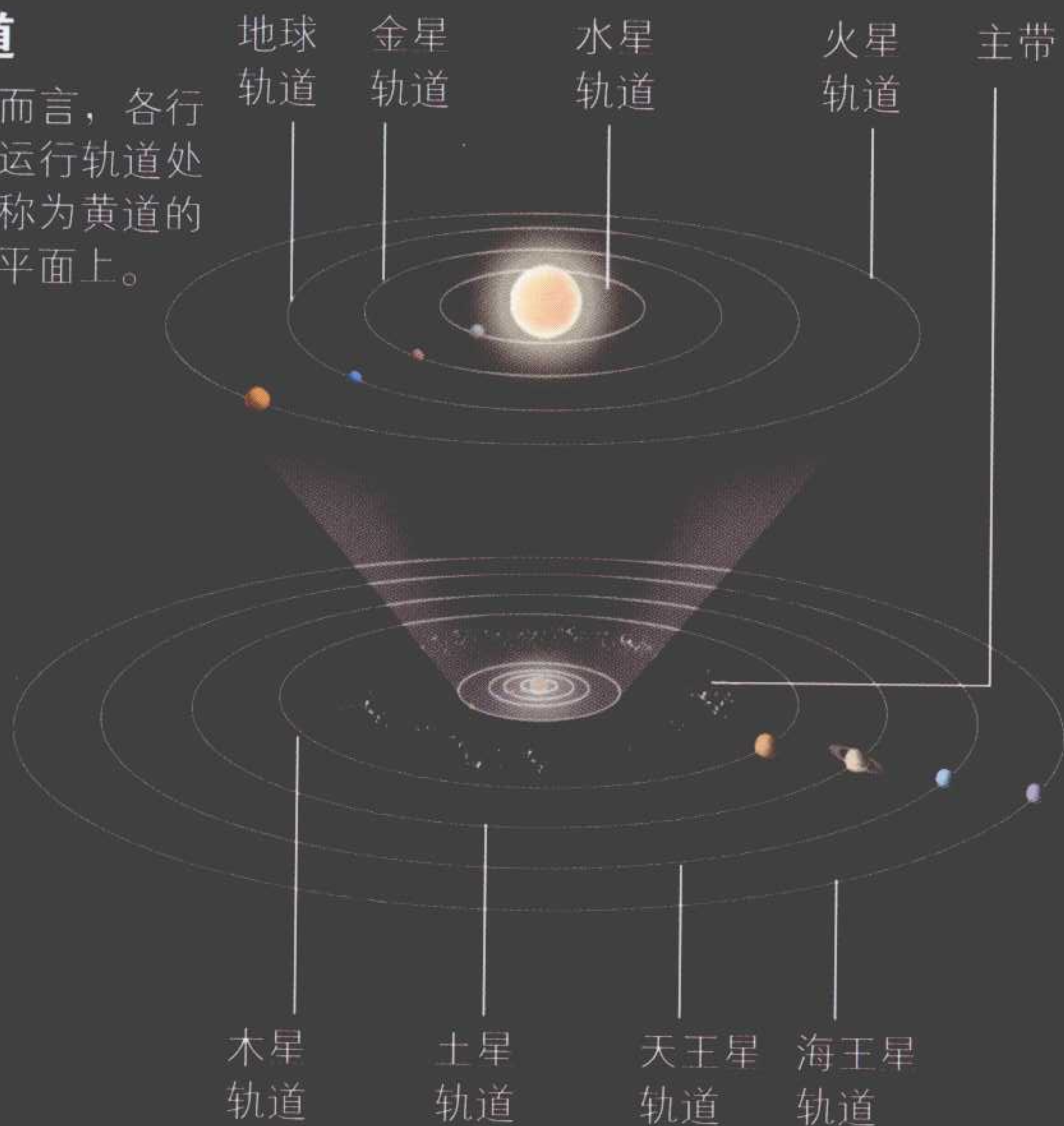
土星
直径 120 536千米
卫星 50多颗



土卫六 土卫五 土卫八 土卫三

轨道

一般而言，各行星的运行轨道处于被称为黄道的同一平面上。



大多数行星沿着逆时针方向自转，只有金星和天王星沿顺时针方向自转。

木星

直径 142 984千米
卫星 60多颗



小行星带



内行星与外行星以由数百万不同大小的岩屑构成的小行星带为界限。这些岩屑的运行轨道受到巨大的木星引力的影响，使得它们无法汇聚成行星。

内行星



内行星位于小行星带以内，它们是固态星体，其内部的地质运动（如火山作用）能使它们的表面发生变化。几乎所有内行星都有一定厚度的大气。虽然情况各有不同，但这些大气在维持各行星的表面温度方面确实起到了重要的作用。



火星

直径 6786千米
卫星 2颗





地球

直径 12 756千米
卫星 1颗



金星

直径 12 103千米
卫星 0颗

水星

直径 4878千米
卫星 0颗

太阳

行星的形成

早期的观点认为行星是逐步形成的，热尘粒粘合是形成的第一步。今天的科学家则认为，行星的形成源自被称作星子的大型天体的碰撞和融合。

1

起源

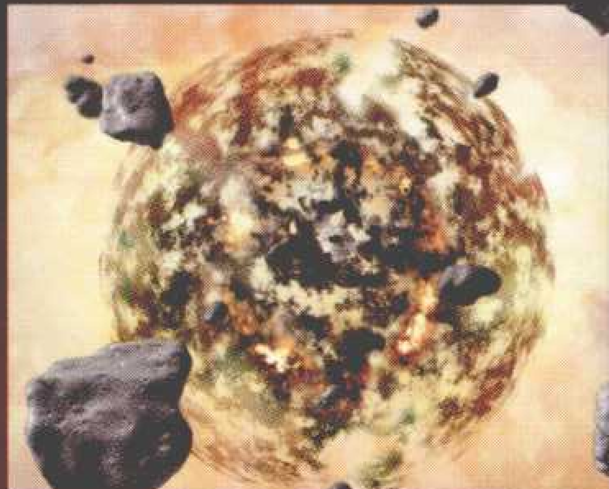
太阳形成时剩下的物质，在其周围形成一个由气体和尘土构成的盘，星子就产生于此。



2

碰撞

经过彼此间的碰撞，不同大小的星子连结在一起形成更大的天体。



3

热量

碰撞过程产生了大量的热量。这些热量就聚积在这些行星内部，聚积量的大小因行星距离太阳的远近而有所不同。



太阳引力

太阳引力不仅使各大行星留在了太阳系内，还能影响这些行星围绕太阳公转的速度。离太阳越近的行星，公转速度越快。



一颗温暖的心

太阳位于太阳系的中心，是我们的一切光与热量的源泉。太阳的能量来源于原子氢核子聚变成氦核子的过程。太阳放射出来的能量可穿过宇宙空间到达太阳系中的各个星体。太阳因热核聚变而持续发光，直到将所有的氢原子消耗完才会停止，而那应该是大约六、七十亿年后的事情。

巨型气态星球

太阳是由密度和温度都相当高的气体构成的巨型球体，其主要成分是氢（90%）和氦（9%），其余为多种微量元素，如碳、氮和氧等。这些元素受极高的温度和压力环境的影响，均处于等离子状态。

特性

通用行星符号 

基础数据	
与地球的平均距离	150 000 000千米
赤道直径	1 391 000千米
质量*	332 900
重力*	28
密度	1.4克/厘米^3
平均温度	5 500℃
大气	浓厚
卫星	无

*地球=1

对流层
对流层从光球层底部一直向下延伸至15%的太阳半径的区域。在这个区域内，气流会（通过对流）将能量向上运送至其表面。

辐射层
来自太阳核心的粒子穿过这个区域。一个质子需要100万年的时间才能穿过这个区域。

8 000 000℃

1. 核碰撞
2个氢核子（2个质子）碰撞并聚合，其中1个变成中子，形成氘，释放出1个中微子、1个正电子和大量能量。

质子
正电子
中子
中微子
氘
光子

2. 光子
形成的氘与1个质子碰撞，在碰撞过程中释放1个光子。高能光子需要长达3万年的时间才能到达光球层。

氢核聚变

核心极特殊的温度有助于氢核子的聚集。在低能量状态下，氢核子会相互排斥；但处于太阳中心的环境中，氢核子可以克服排斥力而发生聚变。每4个氢核子经过一系列核子反应产生1个氦核子。

氘1
氦核子
氘2

3. 氦核子
2个质子和1个中子与另一组同样结构的质子和中子相撞，形成1个氦核子，并释放1对质子。

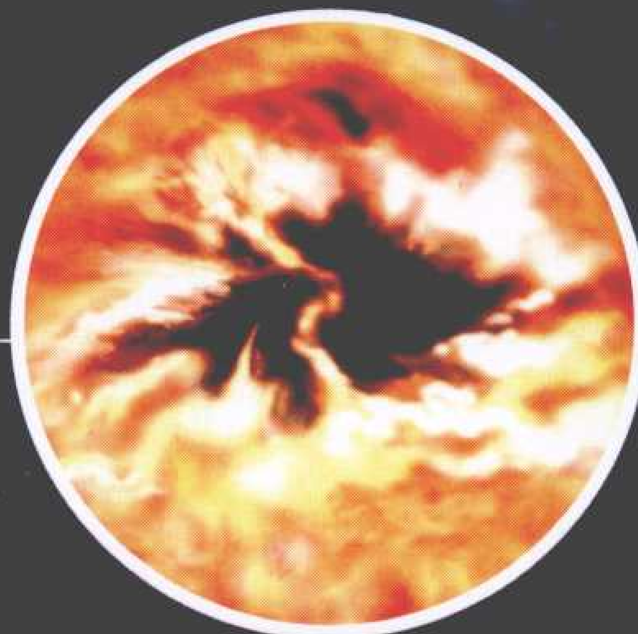

质子1


质子2

表面和大气层

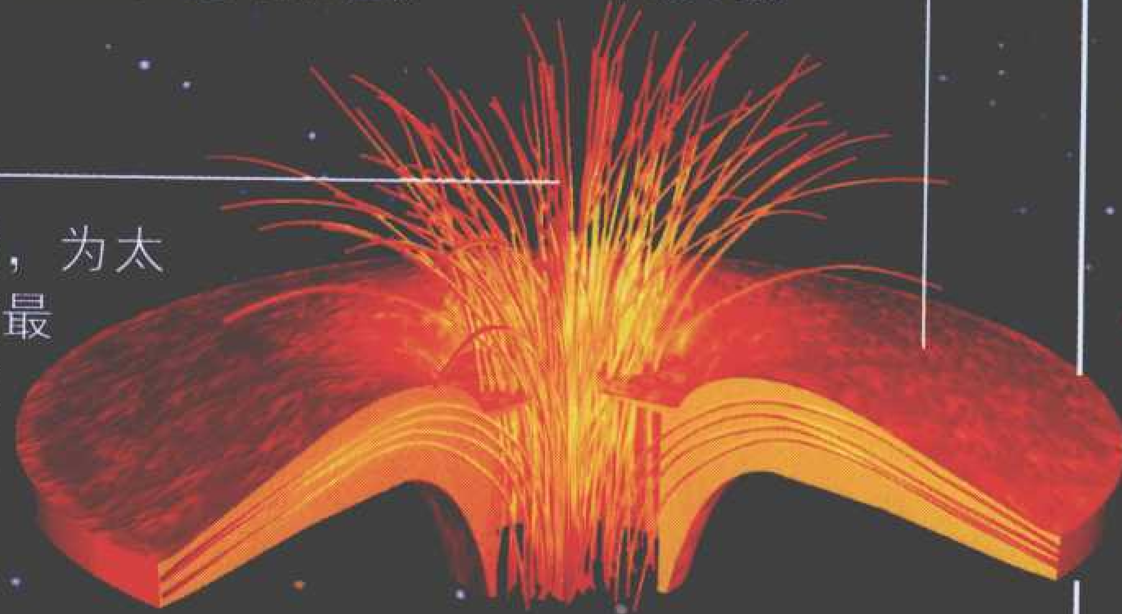


太阳的可见部分为一个光球，或称光球层，主要由太阳核心放射出的沸腾的气体构成。气体耀斑形成可穿过光球层的等离子，随后进入巨大的太阳大气层。这一层的气体密度随着大气层的向外扩展而减小。光球层上面是太阳大气层——色球层和日冕层。太阳核心产生的能量需要几千年的时间才能穿过光球层和太阳大气层进入太空。



太阳黑子
太阳黑子为常温（4 000℃）比光球层温度（5 600℃）低的气体区域，因此表现为黑色。

半影
周围区域，比本影温度高，也比本影亮。



本影
中心区域，为太阳上温度最低、亮度最暗的区域。

光球层
太阳的这个可视表面由一层厚厚的等离子状态的气体构成，仿佛沸腾的潮水。光球层最上层气体密度降低，但透明度却有所增加，太阳辐射以光线形式逸离太阳。科学家已通过对光球层的光谱研究证实，太阳的主要组成成分是氢和氦。

5 600℃

色球层
光球层上面是色球层，密度较低，厚度为5 000千米。其温度随高度的变化而变化，为4 500~500 000℃。

色球层的最高温度为
500 000℃。

核心
太阳核心的体积仅占太阳总体积的2%，但却占据近一半的太阳质量。太阳核心的巨大的压力和极高的温度导致了热核聚变的产生。

15 000 000℃

针状物
这类针状物是色球层喷吐出的垂直气体喷射流，通常能到达1万千米的高度。它们来源于上面的气流单体，能够到达日冕。

巨型针状物
这种垂直喷射物与针状物相似，但通常能到达4万千米的高度。

日冕
位于色球层之上，并向宇宙空间延伸了数百万千米，其温度达100万摄氏度左右。日冕上有一些洞，或称低密度区，气体可通过这些洞流进太阳风中。

日冕的温度为
1 000 000℃。

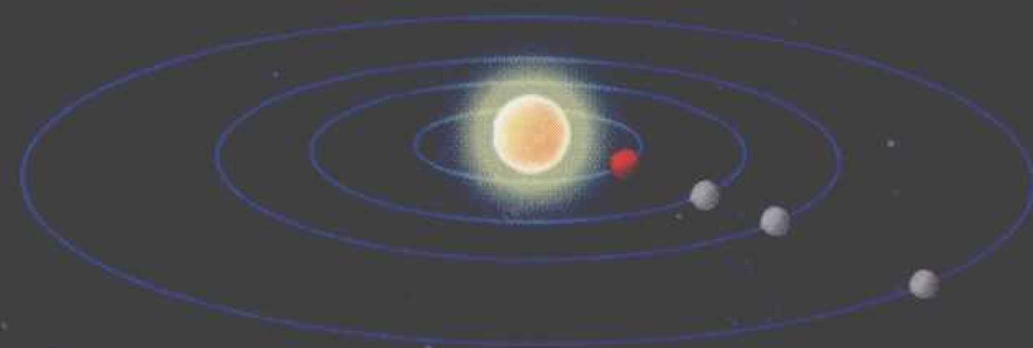
太阳风
太阳风主要由太阳大气释放的离子流组成，其构成与日冕相似。太阳以太阳风的形式，每秒钟流失约800千克的物质。

日珥
来自色球层的气体云和云层运行几千千米后到达日冕层，因受到太阳磁场影响而呈弧状或波状。



太阳耀斑
此类喷射物来自太阳大气层，它们能够干扰地球上的无线电通信。

水星——“地狱”



水星是距离太阳最近的行星，也因此成为受太阳影响最强烈的星球。由于离太阳很近，水星在环日轨道上的运行速度非常快，其公转周期仅为88天。水星上几乎没有大气层，其表面干旱、崎岖，有不计其数的陨石撞击时形成的环形山，看起来很像月球。此外，水星表面还有无数早期冷却过程中形成的断层。由于长时间处于太阳的烘烤之下，水星表面的平均温度高达167℃。

带有“伤疤”的表面

水星表面与月球表面非常相似，上面有很多大小不一的环形山，其中最大环形山的直径可达1 300千米。水星表面还有丘陵和山谷。1991年，人类用射电望远镜观测到了一些能表明水星极地地区可能存在冰水的证据，获得了一些“水手10号”探测器不曾探测到的信息。“水手10号”于1974—1975年三次飞过水星，它是唯一近距离探测水星的航天器。一些极深的环形山底部有极地冰，这些环形山使极地冰不至于暴露在太阳光下。2004年，“信使号”发射成功，于2011年开始环绕水星运行，以获取关于水星表面和磁场的最新信息。

500千米

3600千米

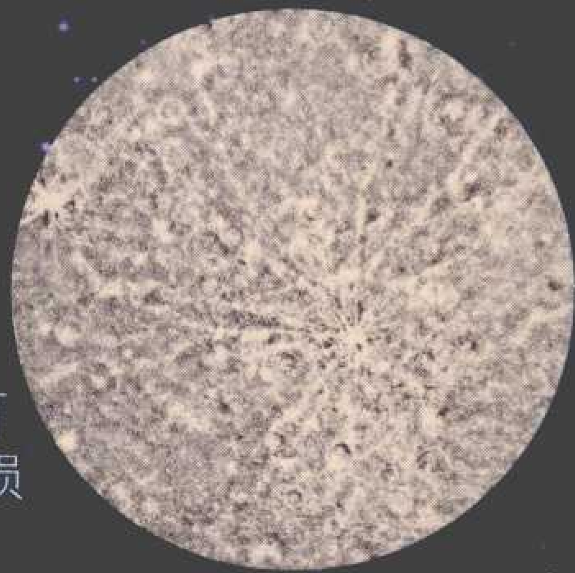
卡路里环形山
又称卡路里盆地。这是太阳系中最大的陨石坑，直径为1 300千米。





有迹象表明，曾经有熔岩流过此坑。

造成环形坑的撞击发生时，水星尚处在形成过程中。受到撞击的地方出现剧烈波动，进而形成了许多丘陵和山脉。

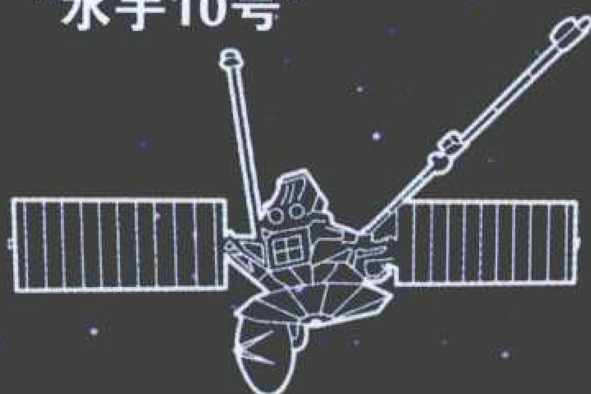


贝多芬环形山
是水星上的第二大环形山，其直径达643千米，地面有熔岩流过的痕迹及后来与陨星撞击的痕迹。

水星勘探任务

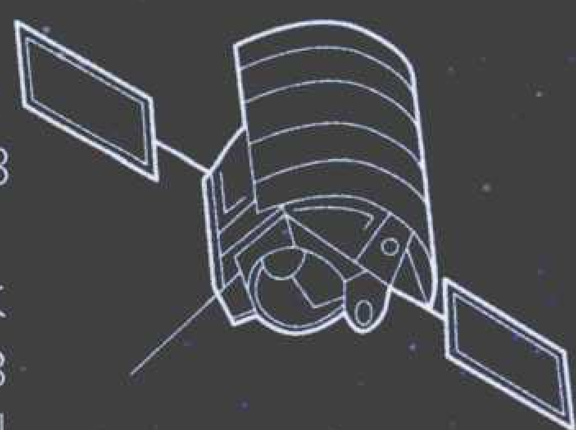
“水手10号”是第一颗靠近水星的航天探测器。1974—1975年，这颗探测器三次飞越水星，距离水星表面不到320千米。“信使号”探测器于2004年发射，于2008—2011年对水星进行探测。

“水手10号”



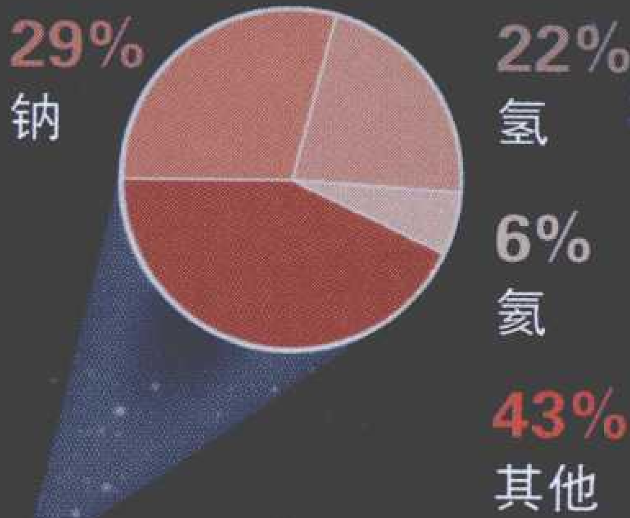
“信使号”

在环水星运行前，该探测器已于2008年飞越水星两次，于2009年飞越水星一次；2010年3月18日（世界协调时间上午12时45分开始），“信使号”从环日运行阶段进入环金星运行阶段，成为第一颗执行此项任务的航天器。



构成和磁场

与地球一样，水星也有磁场，只是磁力较弱。水星的磁性主要源于其庞大的固体铁核。科学家认为，包围在水星内核外部的地幔应该属于铁和硫磺含量相当高的地层。



地壳
水星的地壳主要由硅酸盐岩石组成，类似于地球的地壳和地幔，其厚度约为100千米。

内核
密实而庞大，主要由铁构成，直径可能达3 600~3 800千米。

地幔
主要由硅质岩石构成

极其稀薄的大气层

水星几乎没有大气层，稀薄的一层大气既不能保护水星免受太阳光照射，更不能保护它免受陨星撞击。白天，当水星接近太阳时，其温度甚至超过450℃；到了夜晚，温度又急速下降至–183℃。

夜晚，水星上岩石的热量迅速消散，使星球的温度骤降。

白天，太阳直射水星，加热水星上的岩石。

–183℃

473℃

特性

通用行星符号



基础数据	
与太阳的平均距离	57 900 000千米
环日轨道（水星年）	88天
赤道直径	4 880千米
轨道运行速度	47.87千米/秒
质量*	0.06
重力*	0.38
密度	5.43克/厘米^3
平均温度	167℃
大气	几乎不存在
*地球=1	

167℃ 由于受到邻居太阳的烘烤，水星成为了太阳系中温度上下起伏最高的行星。其平均温度为167℃，但接近太阳时，温度可升高至450℃以上；到了夜晚，它的温度则骤降至–183℃。

轴倾

0.1°

水星每自转一周需要59天。



自转与公转

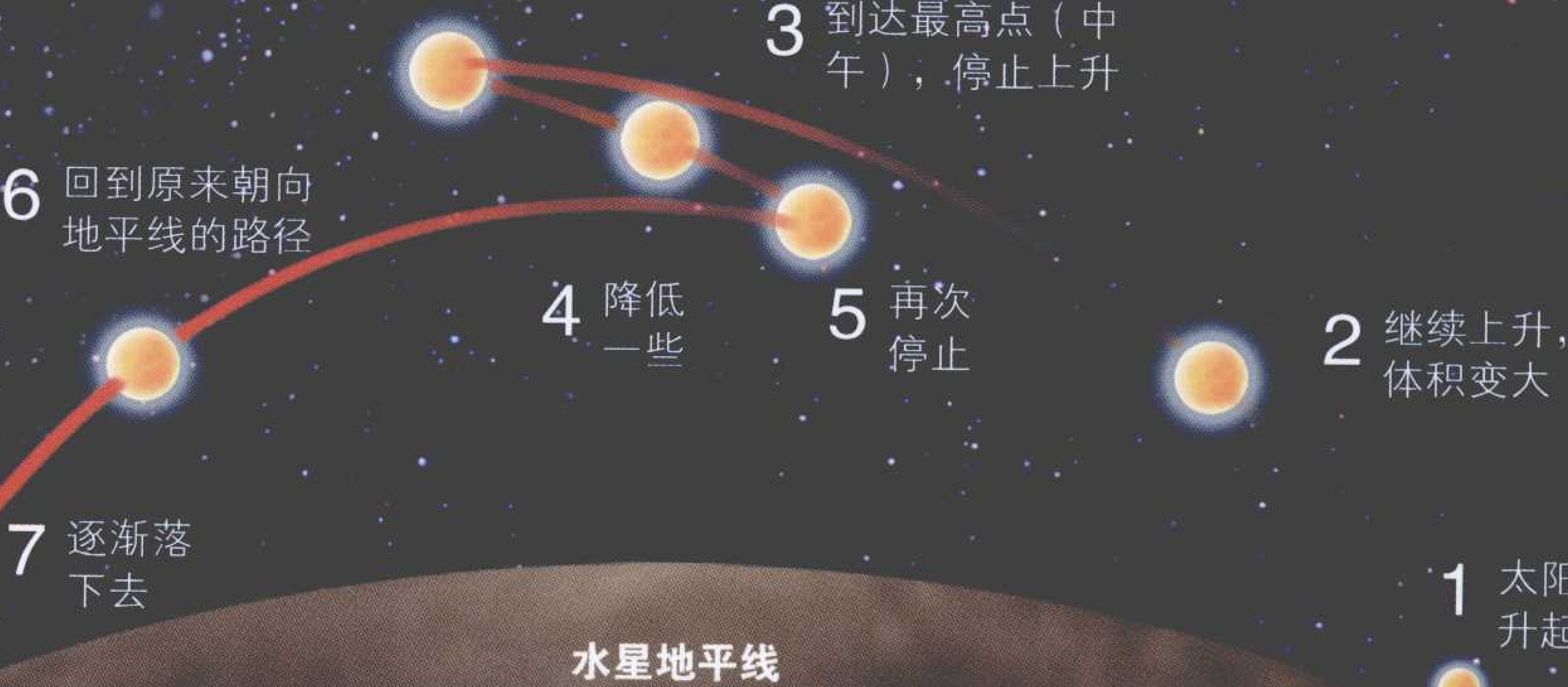
水星的自转速度非常慢，其自转周期约为59个地球日，但其公转周期仅为88天。受水星自转和公转运动的影响，当观测者从水星上进行观测时，两次日出的间隔时间为176天，即在一个点上看到日出的人，要等这颗星球围绕太阳公转两周后（即自转三周）才能看到下一次日出。

水星绕太阳的轨道



每个数字对应一个在水星上看到的太阳在天空中位置。

从水星上看



金星——我们的邻居



金星是距离太阳第二近的行星，其大小与地球相似。金星表面被火山岩覆盖，其大气层是有害大气层，主要由二氧化碳构成。虽然大约40亿年前的金星大气层与地球大气层几近相似，但如今的金星大气层的密度已是地球大气层密度的100多倍。它的上空有浓密的硫酸云和尘埃云层，所以站在金星上看不到太空中的星体。金星的亮度足以让地球上的人在白天也能看到它；到了夜晚，它的亮度仅次于月亮。因此，从最远古的文明时期开始，人类就已经对金星的运动有了很多了解。

特性



通用行星符号	♀
基础数据 与太阳的平均距离	108 000 000千米
环日轨道（火星年）	224天17小时
赤道直径	12 100千米
轨道运行速度	35千米/秒
质量*	0.8
重力*	0.9
密度	5.25克/立方^{3}
平均温度	460℃
大气	非常浓厚
卫星	无

*地球=1

轴倾

177°

金星自转一周需要243天



构成



二氧化碳占据金星大气层成分的压倒性比例，引发了温室效应，使金星表面的温度上升到了462℃。正因为如此，虽然与水星相比，金星离太阳的距离较远，而且几乎反射了80%的太阳光，它的温度却比水星高。金星地表的温度相对稳定，平均温度在460℃左右。金星上的气压比地球气压高90倍。

大气层
金星的光亮的外表主要缘于其浓厚和令人窒息的大气层。这个大气层主要由二氧化碳构成，其中含硫的云层能够反射太阳光线。

金星大气层的厚度为

100千米。

地幔
金星的地幔主要为熔岩，构成了该星球的大部分。这层厚度为3 000千米的地幔能够捕获太阳辐射。

内核
人们相信，金星的内核与地球的相似，主要由各种金属元素（铁和镍）和硅酸盐构成。金星没有磁场，这可能是因为它自转较慢的缘故。

8 000℃

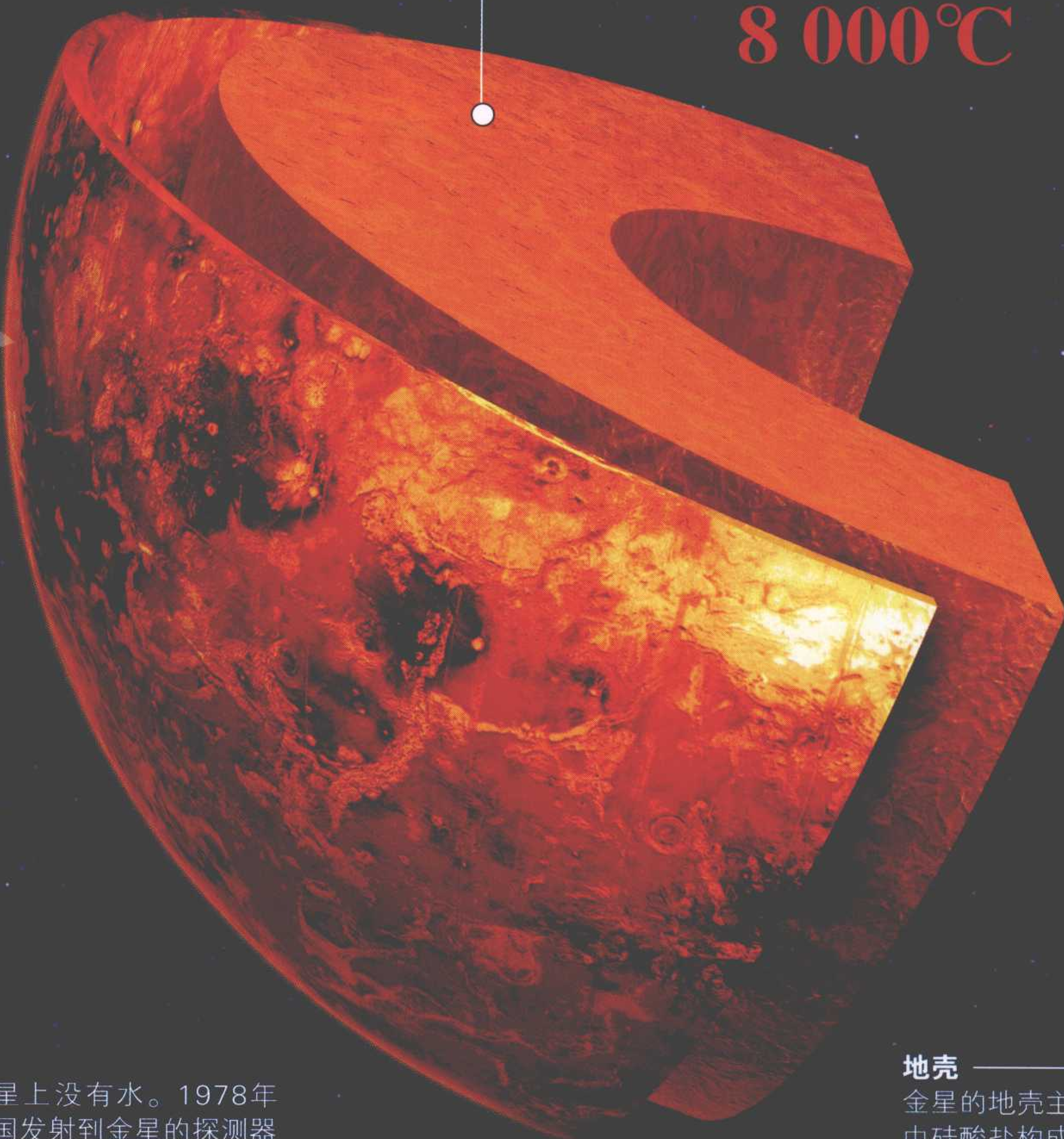
二氧化碳

97%

氮气和少量的其他气体

3%



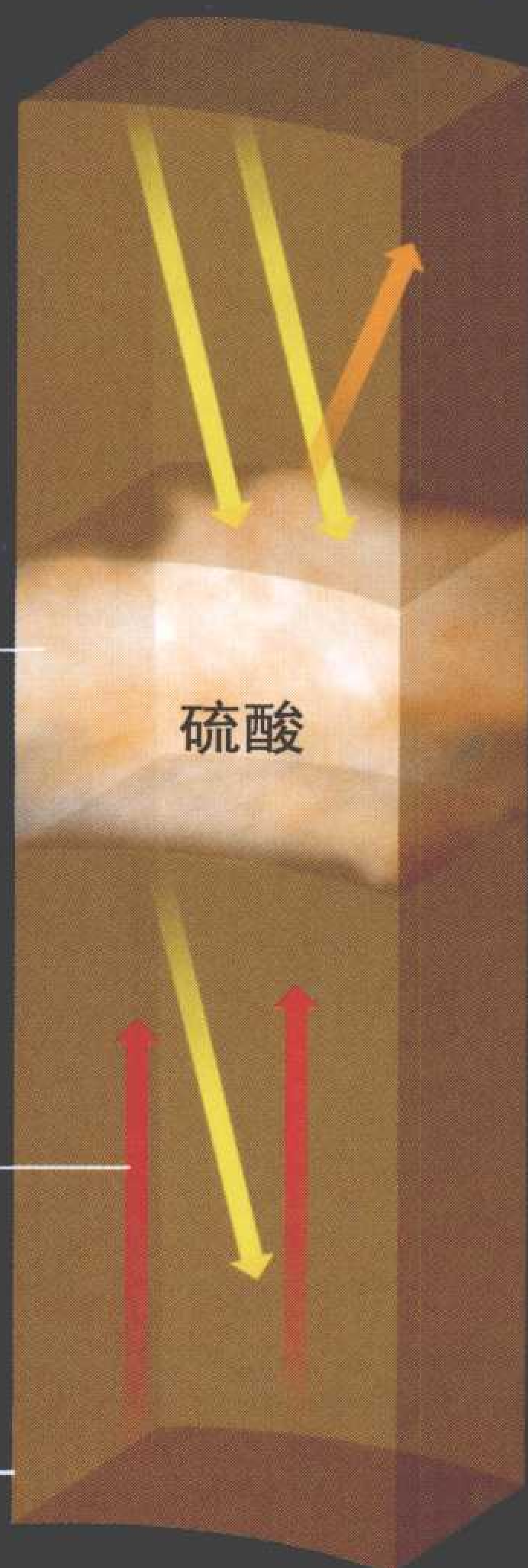


温室效应
只有20%的太阳光线能够到达金星表面。金星大气层中浓厚的尘埃云、硫酸和二氧化碳能够将其他太阳光反射出去，使金星永远处于黑暗之中。

太阳辐射
金星的炽热主要缘于其浓密的大气层，因为它能够保存太阳光的能量。

462℃

红外线
金星表面可发射红外线，仅20%的太阳光线能够穿过金星浓厚的硫酸云。



金星上没有水。1978年美国发射到金星的探测器发现，几亿年前的金星上可能存在过水蒸气，但如今已找不到水的痕迹了。

地壳
金星的地壳主要由硅酸盐构成，其厚度超过地球的地壳。



金星相

由于金星围绕太阳转动，从地球上看，金星受太阳照射产生的光度取决于它在太阳和地球之间的位置。因此，金星与月球相似，也有位相。根据距角，金星离太阳最远时看起来最亮。

地球上看到的金星相

新盈状 上弦状 盈凸状 盈凸状 下弦状 亏盈状

地球 金星 太阳

地球上看不到金星的全相和新相。

金星的表面多岩石，较干燥，地形主要为火山岩平原和部分高地。

3000千米

6000千米

表面

金星形成后，其表面并非一成不变。目前的表面大约形成于5亿年前，但我们所看到的多岩地形是由剧烈的火山作用造成的。火山岩覆盖了大约85%的金星地表。金星表面分布着呈十字形交叉的巨大的平原和熔岩流以及一些山脉。熔岩流促成了许多沟壑，其中一些沟壑非常宽。金星表面的亮度是一系列金属化合物作用的结果。

麦哲伦探测器

1990—1994年，麦哲伦探测器探测了金星。该探测器上的雷达系统能够透过金星浓厚的大气层对其表面进行观测。

伊什塔尔台地

伊什塔尔台地是金星上隆起的高原之一。其大小与澳大利亚相近，位于金星的北极附近。这片高地上主要有四座岩石山脉，分别是麦克斯韦山脉、弗蕾亚山脉、阿克娜山脉和达努山脉。

阿佛洛狄忒台地

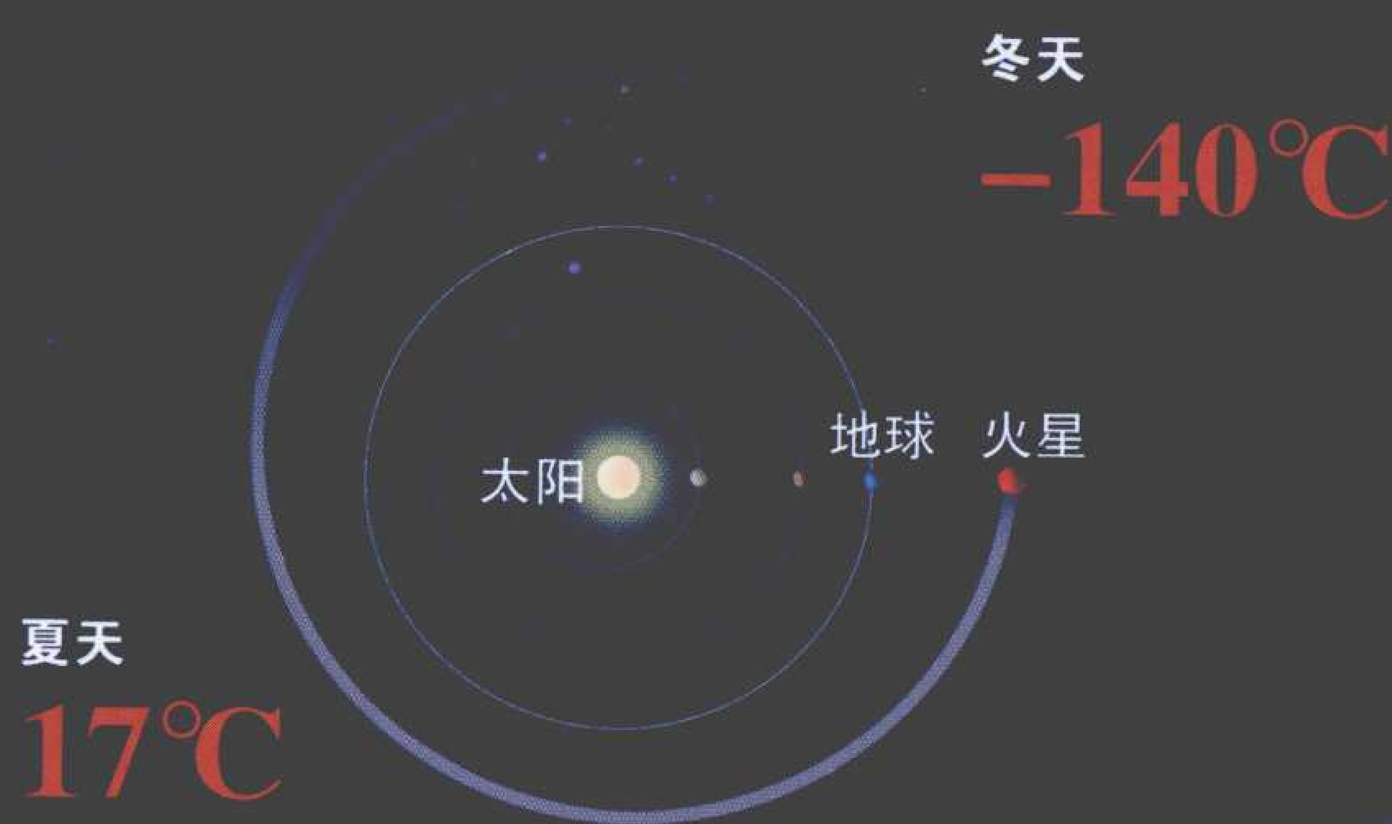
阿佛洛狄忒台地比伊什塔尔台地大，与南美洲面积相当，位于金星赤道附近，主要由东西方向延伸的山地组成，山地间以低洼区域为界。

迷人的火球

火星是距离太阳第四远的行星。在所有行星中，火星与地球最为相似。和地球一样，火星也有极地冰冠、倾斜的地轴和自转周期，其内部结构也与地球相仿。火星又被称作“红色行星”，主要因其表面覆盖了一层微红色的氧化铁而得名。火星拥有一层稀薄的大气层，其主要成分是二氧化碳。现在的火星上没有水，但之前曾有过。有证据表明，这个星球的地下可能蕴藏有水。由于火星是除地球以外最有可能有生物存在的星球，人类已经发射了很多航天器探测火星，它甚至可能成为第一个地球人可以造访的行星。

火星轨道

由于火星轨道比地球轨道更接近椭圆形，火星与太阳之间的距离也就有很大不同。位于其近日点（最靠近太阳的点）的火星接收到的太阳辐射比在远日点（离太阳最远的点）接收到的太阳辐射多45%。火星上的温度变化范围在-140℃~17℃。



构成

火星是一颗石质星球，有富含铁的内核。火星约有地球一半大小，拥有与地球相似的自转周期和明显的风、云及其他气候现象。其稀薄的大气层主要由二氧化碳构成，其红色外表主要缘于其表面富含氧化铁的土壤。

地壳
火星的地壳很薄，主要由固体岩石组成，厚度为50千米。

卫星

火星有两颗卫星：火卫一和火卫二。两颗卫星的密度都比火星小，其表面都分布有环形山。火卫一的直径为27千米；火卫二的直径为15千米。火卫一每8小时绕火星运行一周，与火星最远距离为9 400千米；火卫二每30小时绕火星运行一周，与火星最远距离为23 540千米。天文学家认为，火星的两颗卫星均为小行星，皆受火星引力吸引而被捕获。

火卫二




直径	15千米
与火星的距离	23 540千米



火卫一

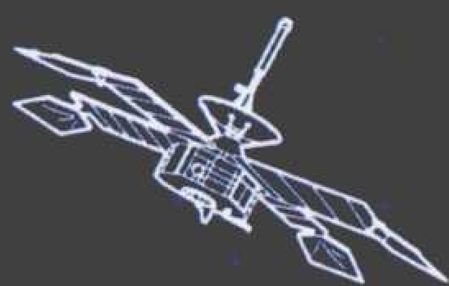


直径	27千米
与火星的距离	9 400千米

萨瑞南陆地

火星探测任务

在太阳系的众多星体中，火星是除月球之外最受宇宙探测计划青睐的星球。



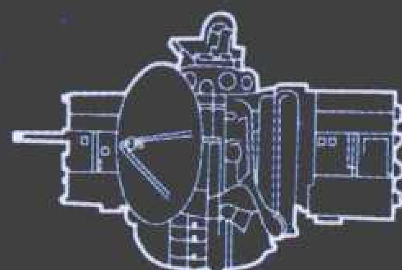
1965年“水手4号”是第一颗成功飞往火星的航天器，但该探测器仅进行了一系列短暂的飞越式探索。



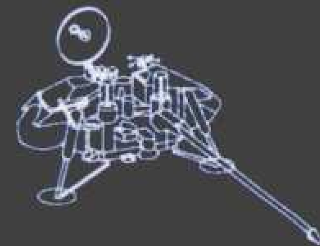
1969年“水手6号”和“水手7号”对火星的南半球和赤道进行观测。



1971“水手9号”第一次拍下了奥林匹斯火山的图像。



1973“火星4号”、“火星5号”、“火星6号”和“火星7号”均为成功送往火星的俄罗斯航天器。



1976年“海盗1号”和“海盗2号”是第一批登陆火星的探测器，其目的是为了搜索生命痕迹。

表面

火星表面地形极富变化，有火山活动、陨星撞击、风暴及洪水（虽然如今的火星上几乎没有水）过后留下的各种地形。南半球主要由山脉构成，北半球则多以低地为主。

奥林匹斯火山
这座巨型的休眠火山不仅是火星最大的火山，也是太阳系中最大的火山。

珠穆朗玛峰 8 844米
奥林匹斯火山 22 000米

地幔
主要由熔岩构成，密度大于地球地幔。

1 700千米

内核
火星的内核较小，似乎主要由铁构成。

3 294千米

奥林匹斯火山

塔尔西斯山

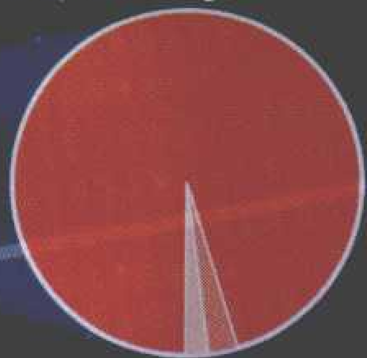
水手谷

太阳湖

南极

水手谷
水手谷的系列峡谷看起来像是自然形成的，主要由水侵蚀形成。

大气层
火星的大气层较薄，而且受太阳风影响，越来越薄。



95.3% 二氧化碳
2.6% 氮气
2.1% 氧气、一氧化碳、水蒸气及其他气体。

特性

通用行星符号 ♂

基础数据

与太阳的平均距离	227 900 000千米
环日轨道（火星年）	1年零322天
赤道直径	6 794千米
轨道运行速度	24千米/秒
质量*	0.107
重力*	0.38
密度	3.93克/厘米^3
平均温度	-63℃
大气	非常稀薄
卫星	2

*地球=1

轴倾

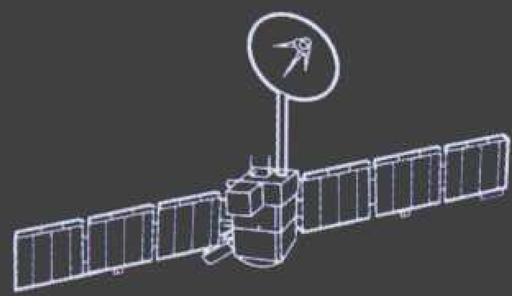
25.2°



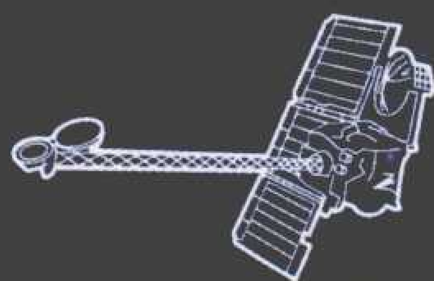
火星自转一圈需要24小时40分钟。



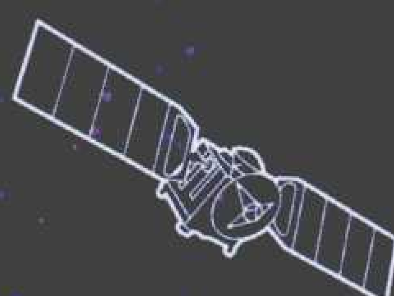
1997年“火星探路者号”成为成功登陆火星的第三颗探测器。



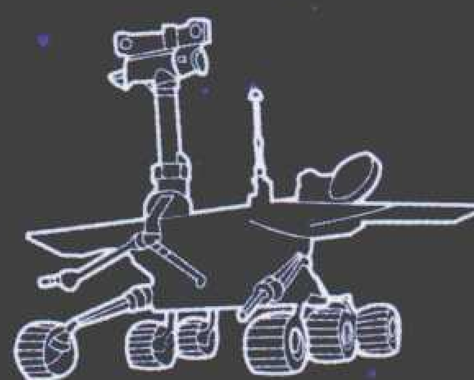
1997年“火星全球探勘者号”拍摄了10万多张火星照片。



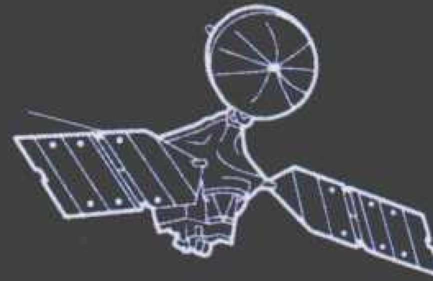
2001年“火星奥得赛号”绘制了火星地表矿物成分图和形态图。



2003年“火星快车号”轨道探测器。是第一颗欧洲太空总署发射的太空探测器。

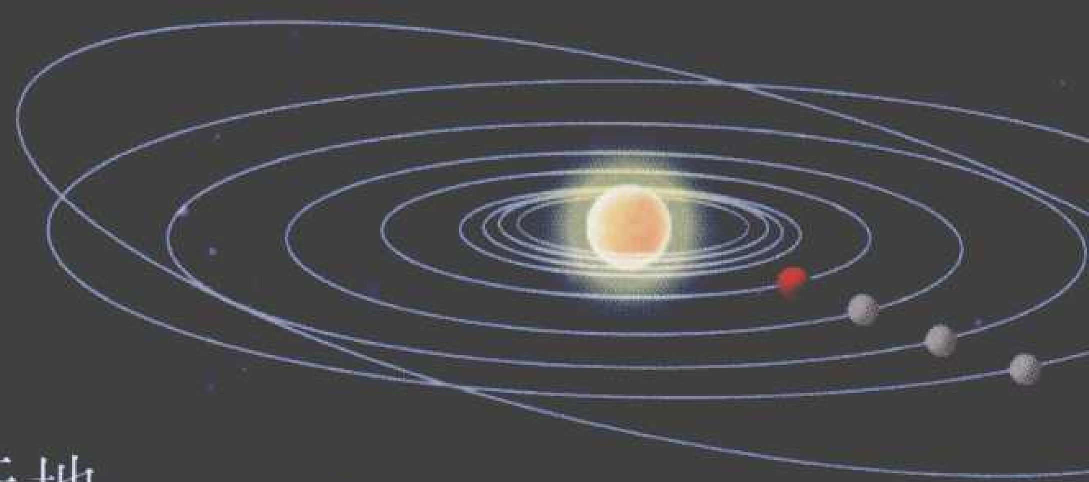


2004年“勇气号”和“机遇号”对火星表面进行大范围考察。



2006年“火星侦察轨道器”通过环绕火星运行对火星表面进行了详细考察。

木星——气体巨行星



木星是太阳系中最大的行星，其直径是地球直径的11倍，质量相当于地球质量的300倍。受自转速度影响，木星两极之间呈扁平状，致使其赤道直径要比极地间直径大。木星的自转速度达4万千米/小时。木星大气最显著的特点之一是被称之为"大红斑"的巨型高压湍流区，300多年前人们就已经从地球上观测到它。木星周围有许多卫星，还有一个宽大、昏暗的粒子光环。

构成

木星是一个由氢和氦组成的巨型星球，被压缩成液态的氢和氦已经深入这颗星球内部及其内核的金属岩石中。人类对木星的内核所知不多，只知道它比地球的内核大。

12 000千米

大气层
厚度约1 000千米

内地幔
内地幔包围着内核。它的主要成分是液态金属氢，即一种只能存在于高温、高压状态下的元素。内地幔中弥漫着电子和核子。

45 000千米

内核
木星的内核比地球的内核大10倍左右。



28 000千米

30 000℃

外地幔
外地幔主要由液态的分子氢构成，与大气层相连。

特性

通用行星符号 ♃

基础数据

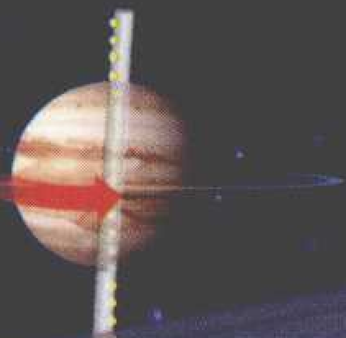
与太阳的平均距离	778 000 000千米
环日轨道（木星年）	11年312天
赤道直径	142 800千米
轨道运行速度	13千米/秒
质量*	318
重力*	2.36
密度	1.33克/厘米^3
平均温度	–120℃
大气	非常稠密
卫星	62

*地球= 1

轴倾

3.1°

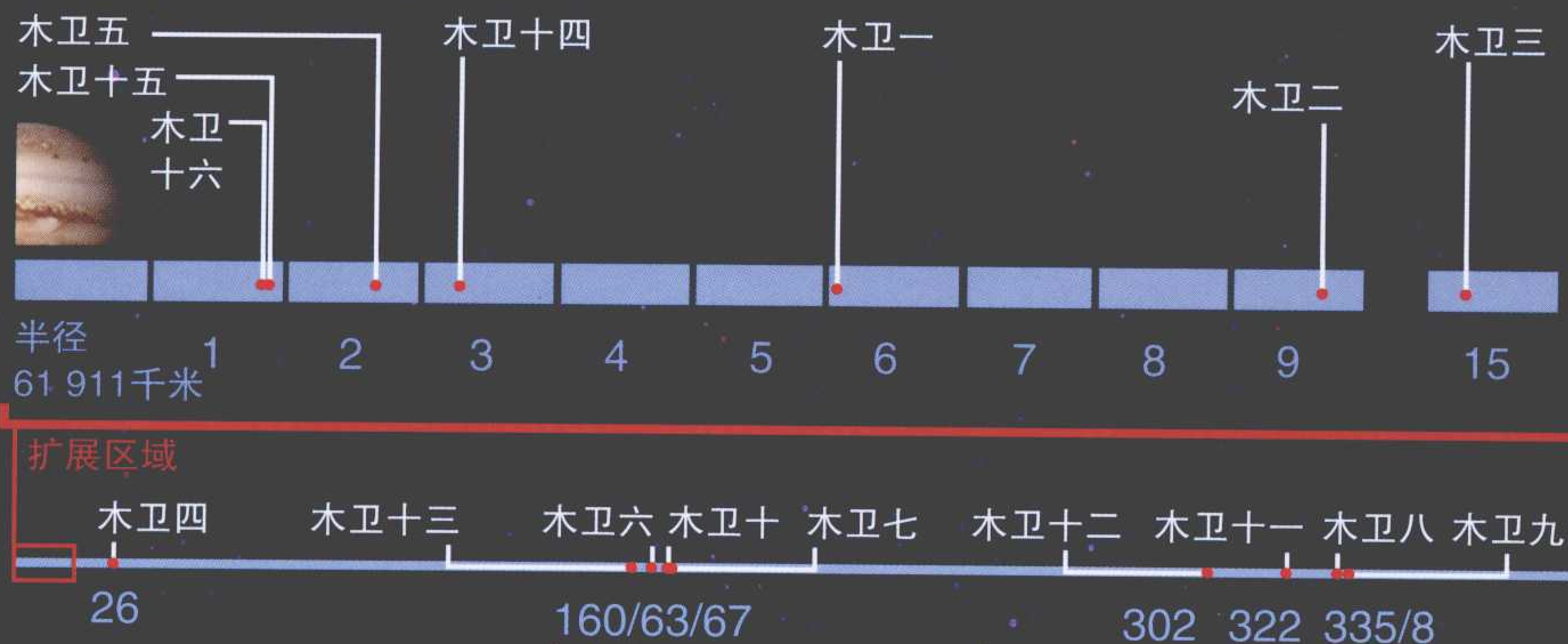
木星自转一周的时间为9小时55分钟。



木星的卫星



木星拥有60余颗卫星，但其中大部分尚未得到正式确认，甚至还没有名字。受卫星潮汐作用的影响，木星的自转速度正在逐渐减慢。



木卫四 木卫十三 木卫六 木卫十 木卫七 木卫十二 木卫十一 木卫八 木卫九

26 160/63/67 302 322 335/8

伽利略卫星

在木星的60余颗卫星中，有4颗是伽利略用双筒望远镜从地球上观测到的。为了纪念他，人们把这4颗卫星命名为“伽利略卫星”。天文学家认为木卫一上有活火山，而木卫二的冰态外壳下有海洋。

木卫二 3 200千米

木卫三 5 268千米

木卫一 3 643千米

木卫四 4 806千米

风



木星上的风以连续的风带形式移动，每两个相邻风带的方向相反。各风带的温度和化学成分稍有不同，致使木星表面呈现出不同的颜色。由于木星表面环境恶劣，风速可达600千米/小时以上，引起大型风暴，南半球的“大红斑”就是其中之一。“大红斑”长达26 000千米，主要由氨气和冰云组成。



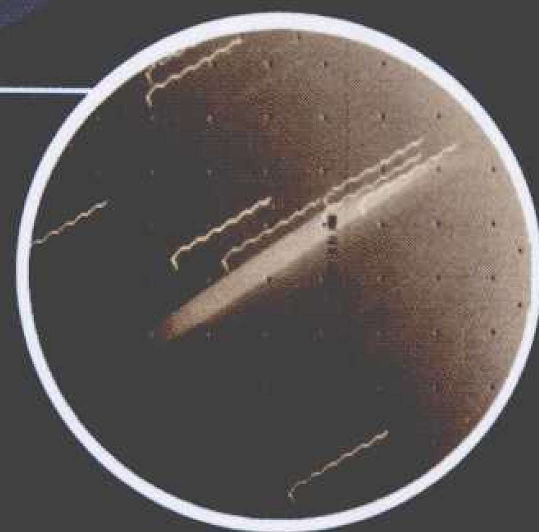
26 000千米

“大红斑”

光环

木星的光环主要由来自其四颗内侧卫星上的尘埃组成。人类于1979年通过探测器“旅行者1号”第一次观测到这些光环，之后又通过“旅行者2号”对其进行了观测。





光环中的物质

木星的磁性

木星的磁场强度比地球大2万倍。天文学家认为，这样的磁场主要是由金属氢快速旋转而产生的电流引起的。木星被一个巨大的磁泡（磁圈）包围着。磁圈的尾部延伸逾6亿千米——越过了土星轨道。

大气层

大气层环绕着内部液态层和固态地核，厚度达1 000千米。

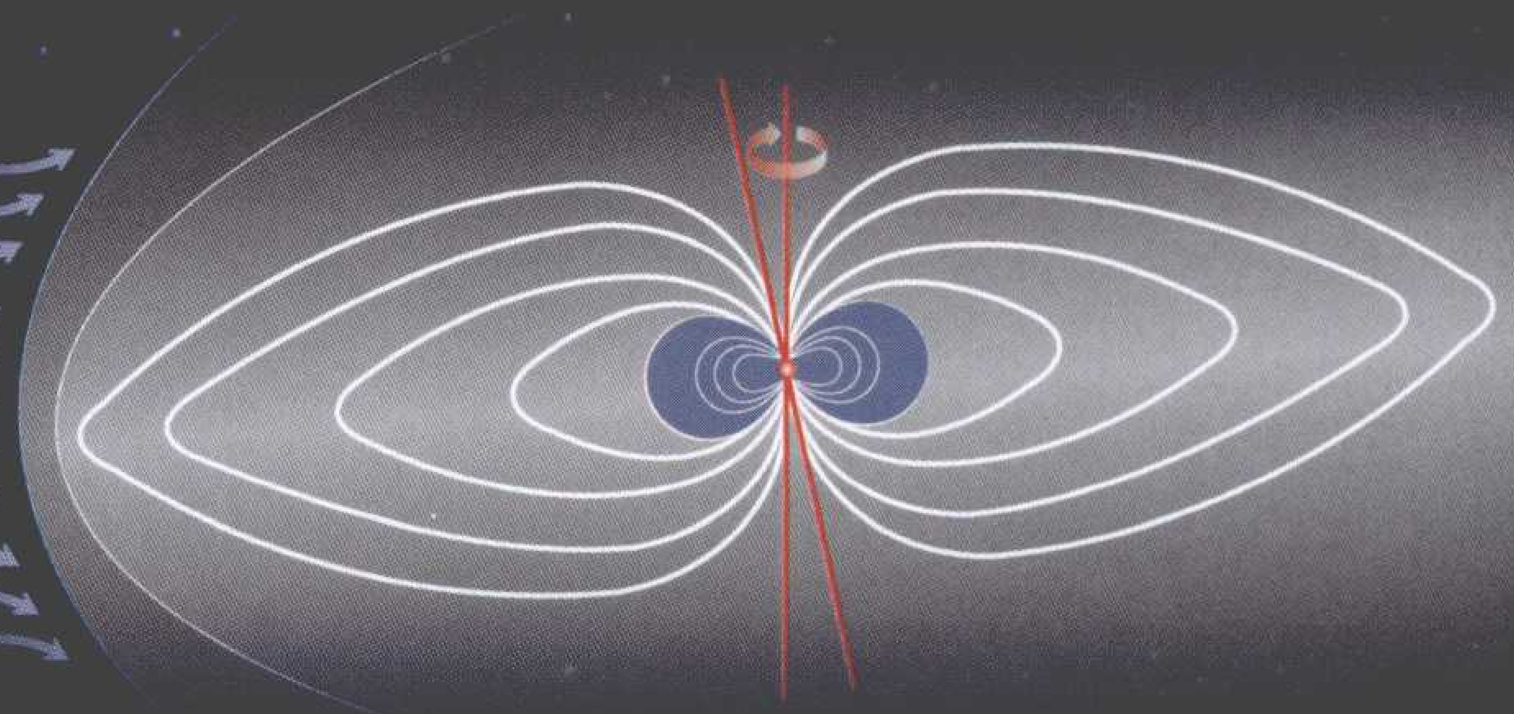
89.8%

氢

10.2%

氦和少量的甲烷和氨。

木星的磁圈是太阳系中最大的物体。受从太阳辐射出来的粒子太阳风的影响，磁圈的形状和大小会发生一定的变化。



6.5亿千米

光环王

土星是太阳系的第二大行星。和木星一样，它也是由一个巨大的气态球体包围着一个很小的固态内核。在发明望远镜之前，土星是人类所能观测到的最远的行星。肉眼看去，土星就像一颗微微发黄的星星，但通过望远镜，它的每层光环都清晰可见。土星与太阳之间的距离比地球到太阳的距离远10倍。它是密度最低的星球，如果将它放进一个足够大的海洋里，它一定能浮起来。

光环

土星的光环是太阳系中最亮的，主要由岩石和冰组成，围绕土星的赤道运行。这些光环很可能是一些被土星的引力场吸附的已损毁彗星的残余物。

恩克环缝
将A环一分为二的一条细缝

F环
最远的可见光环

A环
土星的外光环

卡西尼环缝
宽5 000千米，位于A环和B环之间。

B环
最亮、最宽的光环

C环
唯一的透明环

D环
距离土星表面最近的光环——几乎要触及土星表面

G环和E环

500千米

14 600千米

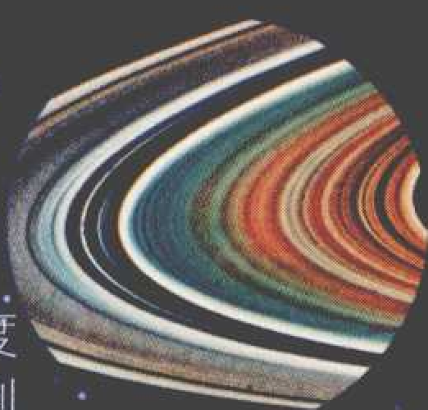
25 500千米

17 500千米

8 500千米

3 500千米

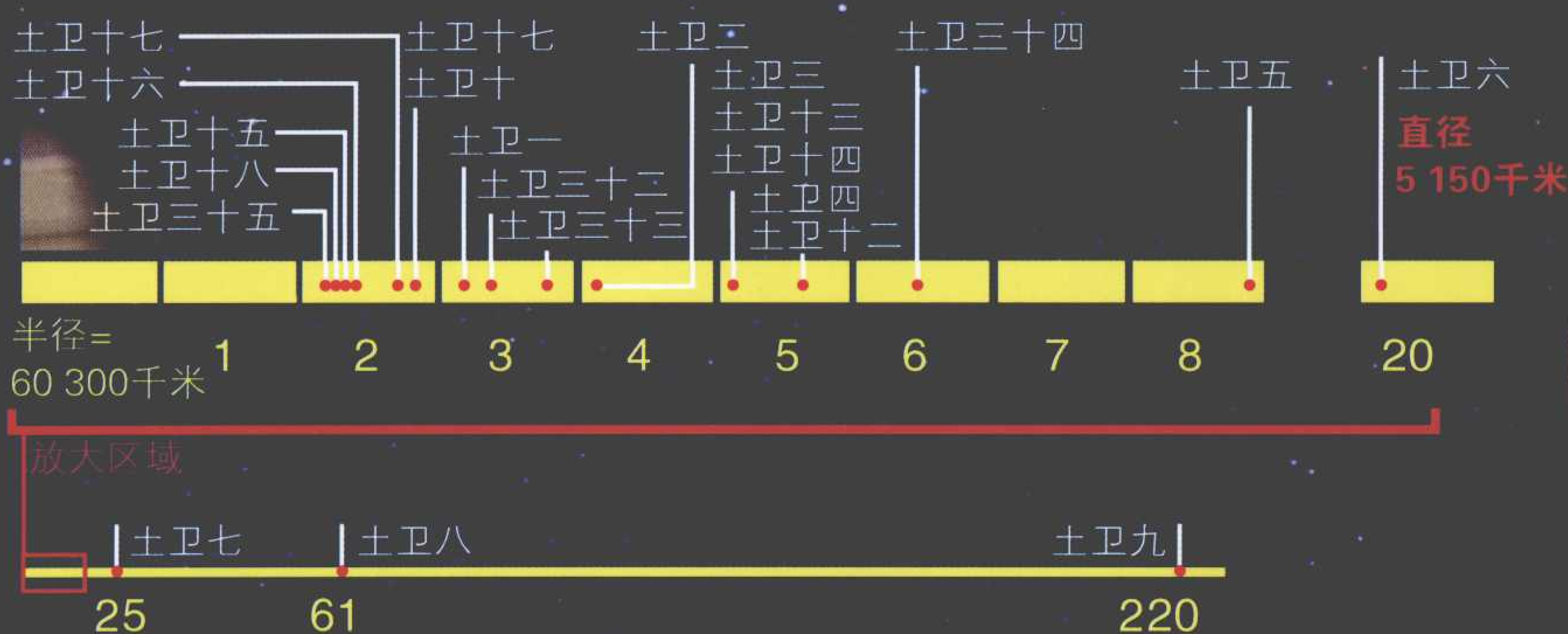
厚度和宽度



虽然土星的光环非常宽，但它们的厚度有时甚至不到10米。

土星的卫星

土星的卫星多达60颗以上，土星也因此成为太阳系中拥有最庞大卫星家族的星球之一。这些卫星的直径大小不一，大到5 150千米，如土卫六，小到0.6千米，如土卫五十三。



土卫六的直径比水星的直径还要大，其大气层主要由氮气组成。

表面

和木星一样，土星的表面由云层构成，受自转的影响分为若干带状层。土星上的云不像木星的那么不稳定，颜色也没有木星的那么丰富。较上层白云的温度为-140℃，在它上面有一层薄雾。



风
土星上的风速一般可达360千米/小时，能够引起强烈的风暴。

气态外层

土星和木星的构成几乎相似，二者都是由一个气态球体包围着一个固态内核。二者的不同之处在于光环，土星的光环由成群的冰片构成，冰片的大小不一，从小颗粒到大组块都有。光环里的每一个颗粒都是一颗围绕土星运行的卫星。虽然从地球上看，集聚的碎片看起来就像一个庞大的整体，但实际上每个独立的碎块都有自己的运行轨道。

大气层
<1%
硫磺让土星看起来略显黄色。

2% 氦 97% 氢

构成
土星大气层的主要构成成分是氢（97%）和氦（2%），其余成分是硫磺、甲烷和其他气体。

30 000千米
14 000千米
32 000千米

外地幔
主要由液态的分子氢构成。

大气层
主要成分是氢和氦。

内地幔
主要由液态的金属氢构成。

内核
主要由岩石和金属元素构成，如硅酸盐和铁。

12 000℃

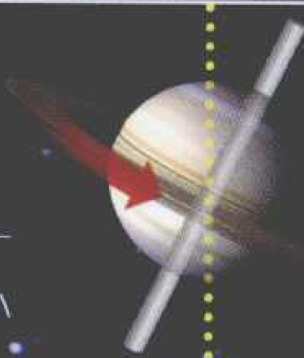
特性

通用行星符号 

基础数据	
与太阳的平均距离	1 427 000 000千米
环日轨道（土星年）	29年154天
赤道直径	120 600千米
轨道运行速度	10千米/秒
质量*	95
重力*	0.92
密度	0.7克/立方^{3}
平均温度	-125℃
大气	非常稠密
卫星	60颗以上

*地球=1

轴倾
26.7°
土星自转一周需要10小时39分钟。

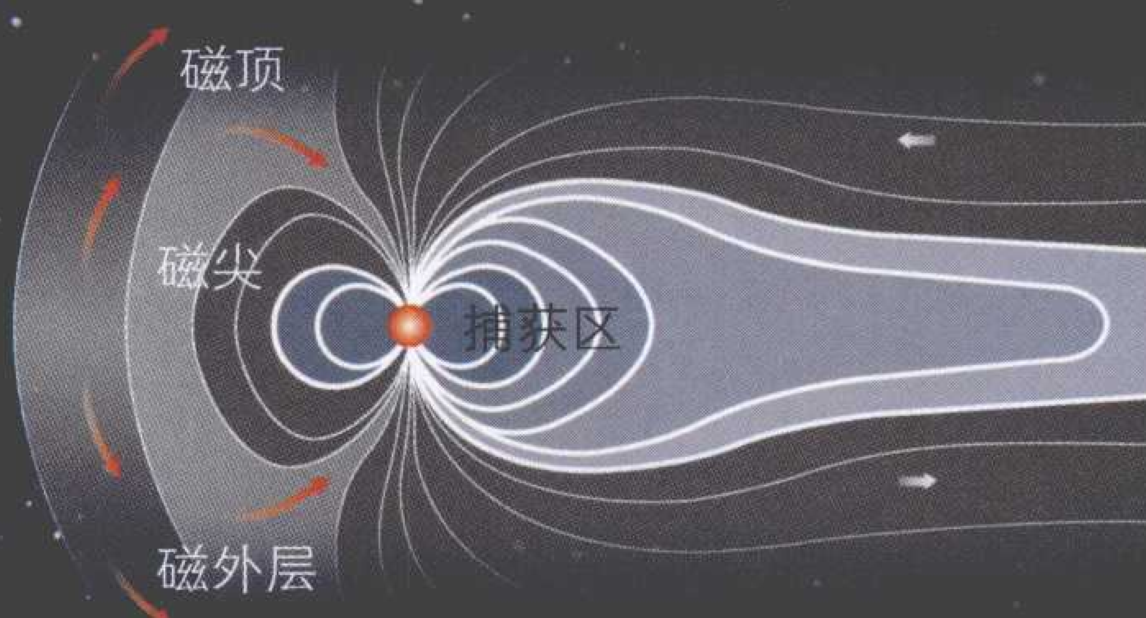


没有秘密的天王星

用肉眼观察的话，天王星的能见度很有限。它是太阳系中距离太阳第七远的行星，但却是太阳系中的第三大行星。与其他行星相比，天王星有一个特质，即它有一根特殊的自转轴，该轴与天王星轨道平面形成一个近98°的倾角，由此，天王星的两极中总有一极指向太阳。天文学家推测，在形成的过程中，天王星可能与某个原行星发生过碰撞，从而改变了天王星的倾角。天王星的轨道圈非常大，它需要84年时间才能绕太阳运行一圈，而其自转周期为17小时14分钟。

磁场

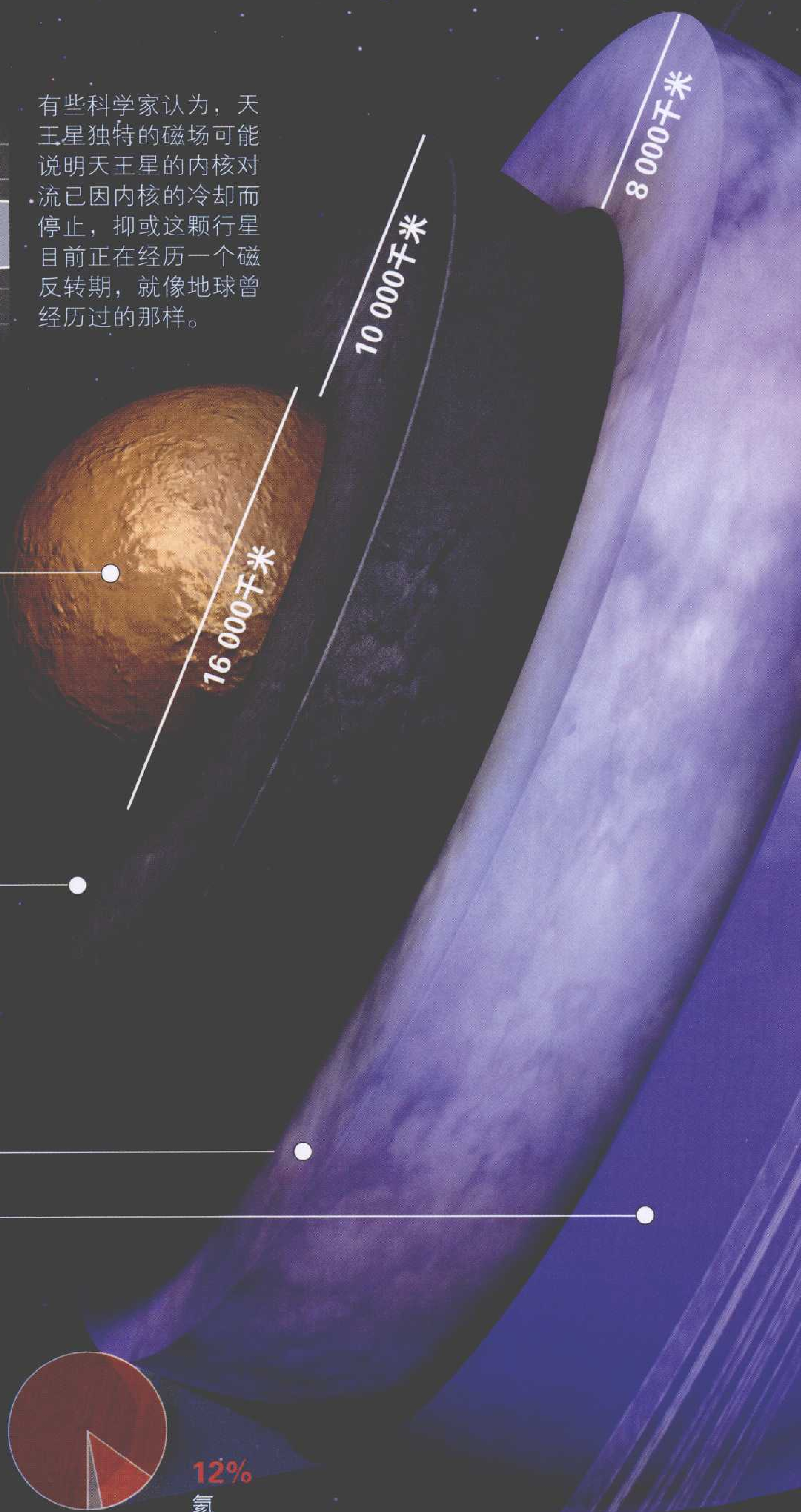
天王星生成一个强大的磁场，其强度比地球磁场大50多倍。但这个磁场并不是以天王星为中心，而是与天王星的轴形成一个60° 的倾角。假设同样的情况发生在地球上，那么磁场北极应该位于摩洛哥。与其他行星不同的是，天王星的磁场起源于它的地幔，而非内核。



有些科学家认为，天王星独特的磁场可能说明天王星的内核对流已因内核的冷却而停止，抑或这颗行星目前正在经历一个磁反转期，就像地球曾经历过的那样。

构成

天王星的内核由大量的硅酸盐和冰构成。这颗行星几乎比地球大四倍，其大气层主要由氢、氦和甲烷构成。天王星的主轴倾斜几乎达到水平的程度，致使这颗星球上的每个季节都很长。



内核
主要由硅酸盐和冰组成。

内地幔
可能由冰态的水、甲烷和氨组成（部分学说认为，地幔和地核中的物质并未分层）。

外地幔
主要成分是氢和氦，另外，还含有少量的甲烷。

大气层
天王星的大气层主要由氢、甲烷、氦和少量的乙炔及其他碳氢化合物组成。

特性

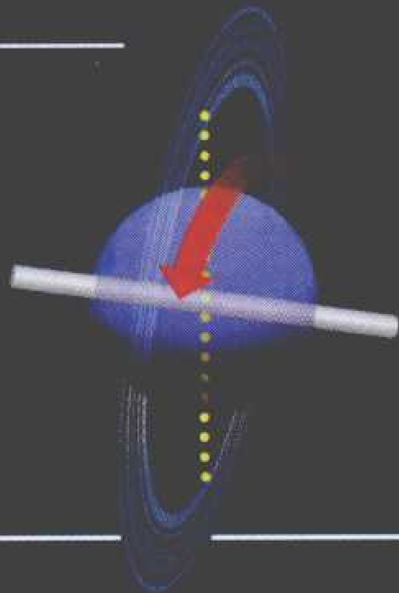
通用行星符号 ♅

基础数据	
与太阳的平均距离	2 870 000 000千米
环日轨道（天王星年）	84年4天
赤道直径	51 118千米
轨道运行速度	7千米/秒
赤道直径	51 118千米
质量*	14.5
密度	1.3克/立方厘米
平均温度	–210℃
大气	较稀薄
卫星	27颗

*地球=1

轴倾

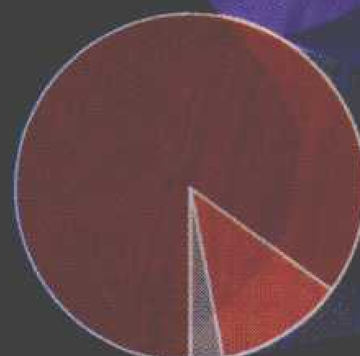
97.9°



天王星自转一周需要17小时14分钟。

平均温度

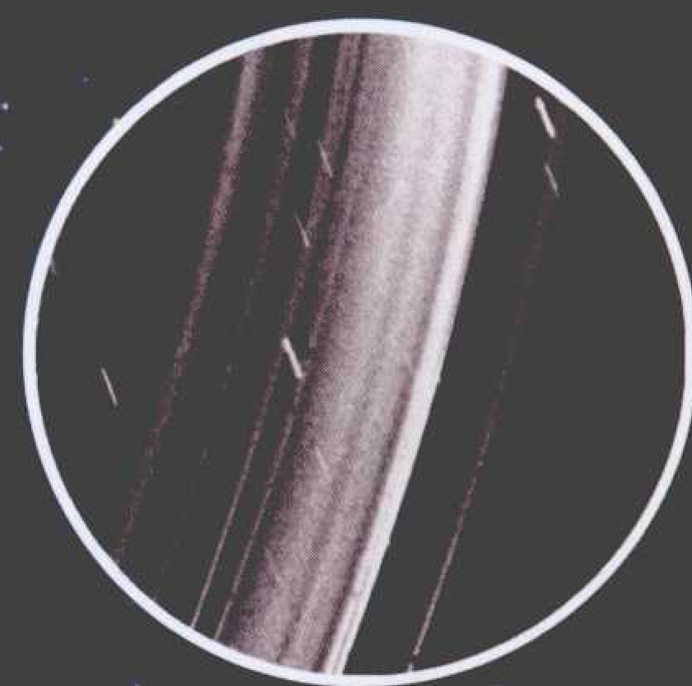
–210℃



光环



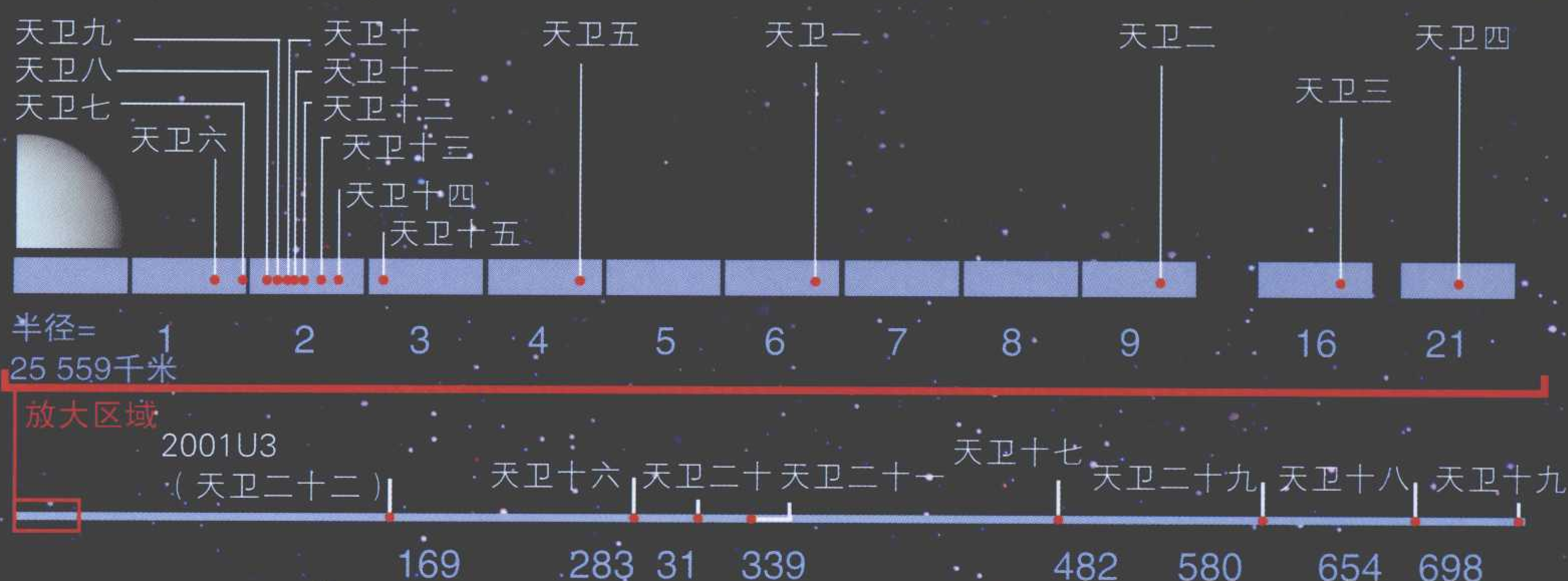
与太阳系的所有巨行星一样，天王星也有一组光环。但是，它的光环比土星的光环要暗得多，所以很难看到。这颗行星有11条光环，都围绕该行星的赤道运行。人类于1977年发现了这些光环，“旅行者2号”曾于1986年对其进行了探测。



卫星



天王星有27颗卫星，前四颗发现于1787年，另外10颗则由“旅行者2号”探测器于1986年发现。天王星的卫星均以莎士比亚和亚历山大·蒲柏的作品中的人物名字命名，这样的命名惯例让天王星的这些卫星显得与众不同。虽然也有几颗较大的卫星，但大多数卫星的直径仅有几十千米。



主要卫星

“旅行者2号”探测器发现天王星有很多黑色的小卫星，还有一些稍大的卫星，如天卫五、天卫一、天卫二、天卫四和天卫三等。后面两颗卫星的直径可达1 500千米左右。

直径只有472千米的天卫五是天王星五大卫星中最小的一颗。其表面呈不规则状，有凹槽和亮痕。



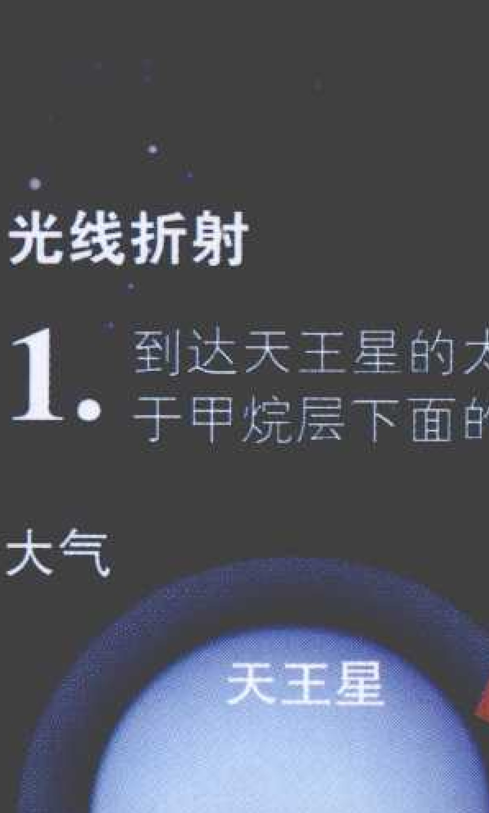
天卫三
1 578千米



天卫二
1 170千米



天卫五
472千米



天卫一
1 158千米

天卫四
1 522千米

表面



在很长一段时间里，人类相信天王星拥有光滑的表面。但后来，人类用哈勃太空望远镜观测到天王星其实是一颗动态的星球，它有着太阳系最亮的云层和脆弱的光环系统，光环摇摆不定，就像一个摆动的车轮。

光线折射

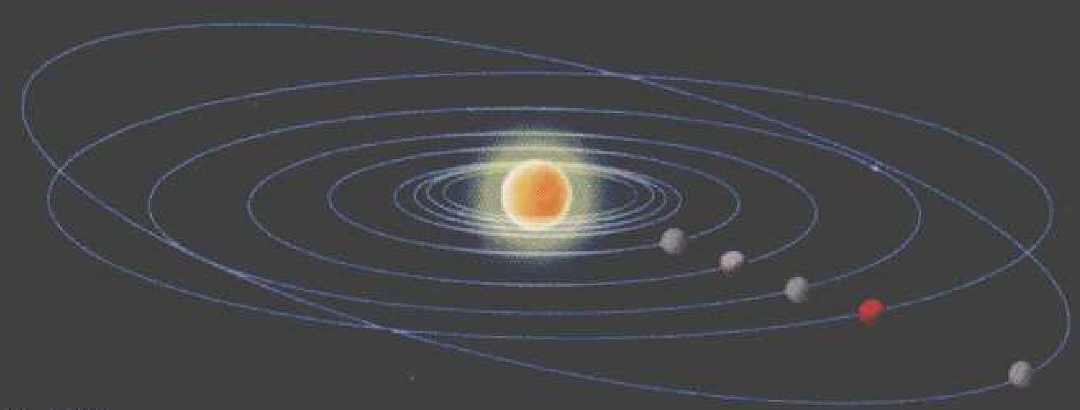
1. 到达天王星的太阳光线受到位于甲烷层下面的云幕的折射。



2. 当太阳光穿过该层时，甲烷会吸收红光波并让蓝光波穿越，生成该星球的色调。



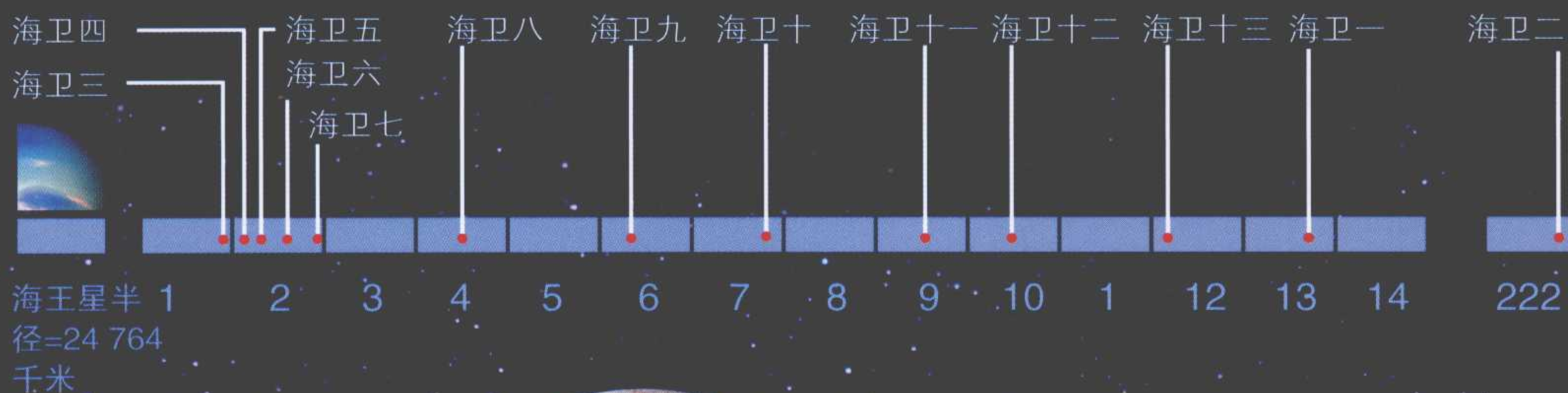
海王星——深蓝色星球



从地球上用肉眼看，海王星就像一个昏暗的蓝点。“旅行者2号”探测器发回的图像显示，这颗星球是一个深蓝色的球体，这主要是海王星的大气外层中含有甲烷的缘故。作为最远的气态行星，海王星与太阳之间的距离是地球与太阳之间距离的30倍。海王星的光环及其夺目的星云都很值得关注，同样引人注意的还有它与天王星的相似之处。对天文学家来说，海王星有着特殊的意义，因为在发现它之前，对它的存在和位置的预测都是通过数学计算实现的。

卫星

海王星有13颗已被命名的天然卫星。海卫一和海卫二是第一批从地球上用望远镜观测到的海王星卫星。其他11颗卫星均是由美国的“旅行者2号”探测器从太空中观测到的。所有海王星的卫星都用古希腊神话中各海神的名字命名。



海卫一

该星球的直径为2 706千米。海卫一绕海王星运行，运行方向与其他卫星的方向相反。其表面有黑色条纹，主要由间歇泉和火山喷发出的物质组成。

–235℃

这是海卫一的温度，使海卫一成为太阳系中温度最低的天体之一。

2 000 千米/小时

光环

天王星有昏暗的光环，主要由尘埃构成。天文学家最早从地球上观测到这些光环时，认为这些光环为不完整的弧形。这些光环都以最早研究海王星的科学家的名字命名。

伽勒



亚当斯光环

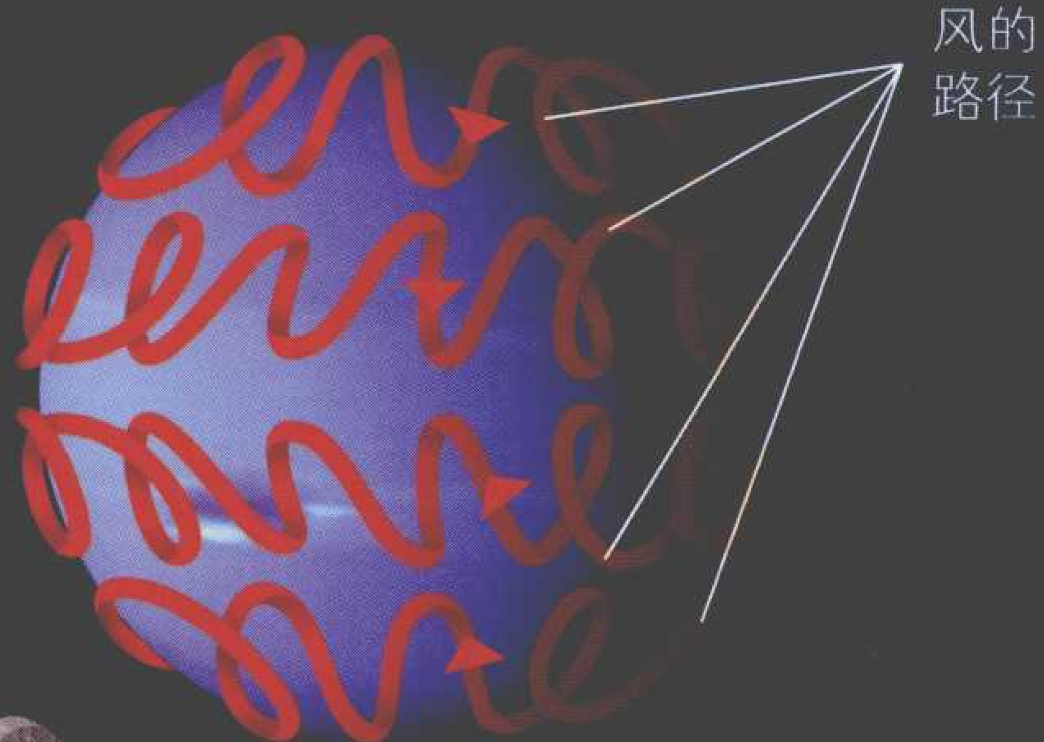
位于距离海王星内核63 000千米的地方。这个光环包含三个显著的弧段，分别名为“自由”、“友爱”和“平等”。

构成

与天王星和木星的光环一样，海王星的光环呈黑色。其构成成分不得而知，但据认为，这些光环的构成是不稳定的。其中，构成其外环一部分的“自由”弧可能会在22世纪前消失。

表面

白色甲烷云环绕着海王星，并以太阳系中某种最快的速度流动着。海王星上的风自东向西运动，风速可达2 000千米/小时，朝着与海王星自转方向相反的方向旋转。



大暗斑
海王星表面这个巨大的风暴被称作大暗斑，最早发现于1989年，其大小与地球差不多。直到1994年，这个大暗斑才消失。



坚硬的心

有一部分模型理论认为，海王星拥有一个岩质硅酸盐内核，核外层包围着由冰水、氨、氢和甲烷组成的地幔。另外一些模型理论则认为，这颗星球的地幔和内核物质并没有分层。

20 000千米

内核
由硅酸盐和冰构成。

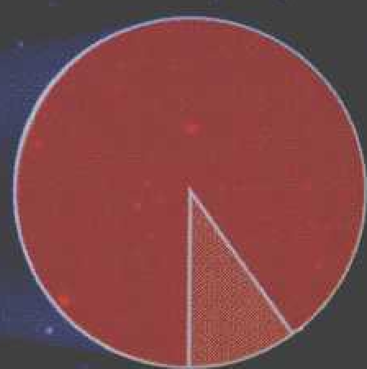
10 000千米

内地幔
可能由冰态水、甲烷和氨组成。

外地幔
主要由氢和氦元素构成，此外还有少量的甲烷。

大气层
和其他气体巨行星的大气层一样，海王星的大气层也呈条纹结构。这些大气构成了一个云系统，其活跃程度至少与木星相当。

5 000千米



89.8%
氢

10.2%
氦

特性

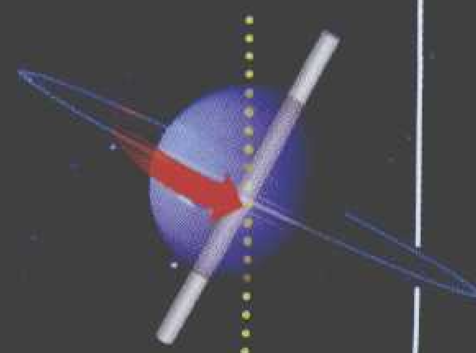
通用行星符号



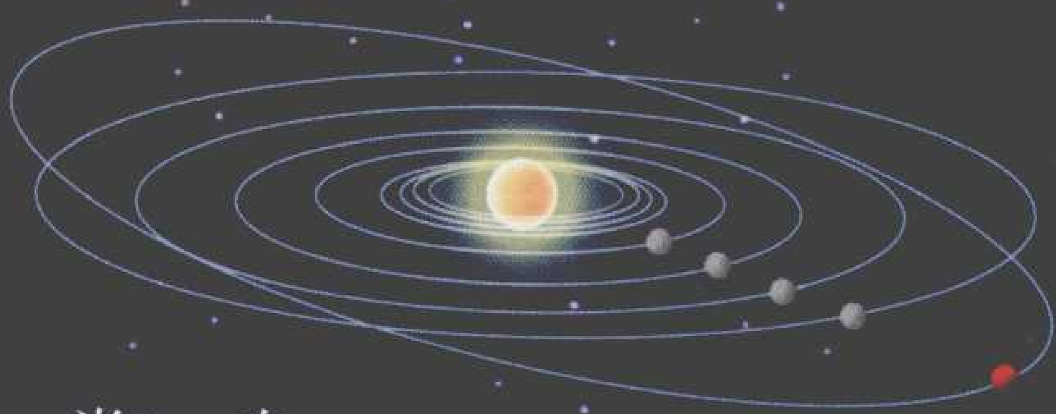
基础数据	
与太阳的平均距离	4 500 000 000千米
环日轨道（海王星年）	164年264天
赤道直径	49 500千米
轨道运行速度	5.5千米/秒
质量*	17.2
重力*	1.12
密度	1.6克/立方^3
平均温度	−200℃
大气	稠密
卫星	13

*地球=1

轴倾
28.3°
海王星自转一周的时间为16小时7分钟。



冥王星——如今的矮行星



2006年，国际天文学联合会决定将寒冷而遥远的冥王星归于矮行星一类，自此，冥王星已不再是太阳系的第九大行星。人类至今没有机会对其进行近距离研究，所以一直没有关于太阳系中的这个小星体很深入的数据图表。我们对冥王星的所有了解仅仅来源于在地球及地球轨道上的观测，如使用哈勃太空望远镜进行的观测等。虽然人类对冥王星知之甚少，但它独特的运行轨道、轴倾以及在柯伊伯带中的位置等特征却十分值得关注，尤其能引发研究者的兴趣。

双重的世界

冥王星与其最大的卫星卡戎（冥卫一）有着非常特殊的关系。它们一起被称作"双行星"。卡戎的直径差不多相当于冥王星直径的一半。有一种理论认为，卡戎是由冥王星与其他星体相撞时剥落的冰块形成的。



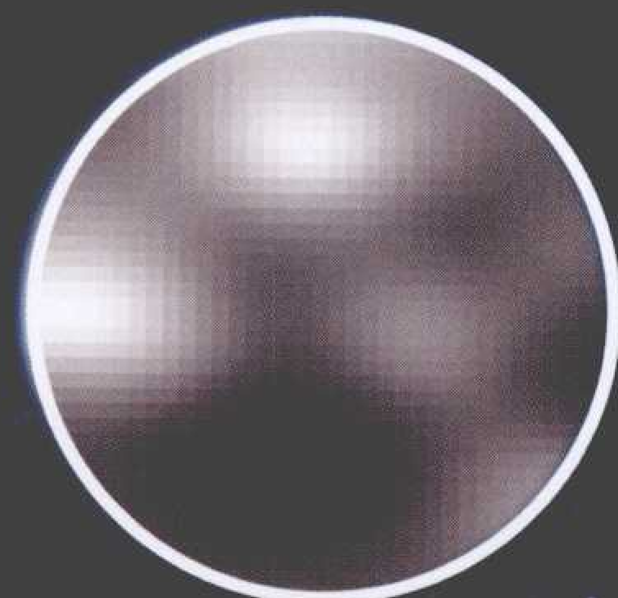
表面

虽然我们对冥王星的了解较少，但是，通过用哈勃太空望远镜观测可以发现，冥王星的表面被冻结的氮和甲烷的混合物覆盖。固体甲烷的存在说明这个星球的温度低于-203℃。尽管如此，随着这颗矮行星在其轨道上位置的变化（与太阳的距离的变化范围为30~50个天文单位），它的温度也会有所不同。

同步轨道运行

冥王星与卡戎的运行轨迹十分独特。它们永远面对着彼此，好似被一根看不见的长杆连在一起。两颗星体的同步意味着如果一名观测者站在冥王星的一面能够看到卡戎，那么，受星球曲度的影响，站在这个星球的另一面的人则看不到卡戎。





目前可获得的最佳冥王星视图

冥王星的卫星

除了1978年观测到的卡戎，冥王星还有两颗卫星，即"尼克斯"（冥卫二）与"许德拉"（冥卫三）。人类第一次观测到这两颗卫星是在2005年。冥王星的表面由冷冻的氮、甲烷和二氧化碳组成，但卡戎与之不同，其表面似乎被冰、甲烷和二氧化碳覆盖。有一种推测说，这颗卫星可能是由冥王星与其他星体碰撞过程中迸射出的物质构成的，这与人类对地球的卫星——月球起源的猜测类似。



密度
卡戎的密度为1.2~1.3克/厘米^3，这表明它的构成成分中岩石的含量并不高。

1 207千米
卡戎的直径是冥王星直径的一半。

组成

经由科学计算推断，冥王星的75%是岩石和冰的混合物。冰封的表面中98%是氮，还有极少量的固态一氧化碳和甲烷。近期，科学家得出结论，冥王星是柯伊伯带上的一个天体，柯伊伯带是由外太空形成时留下的一组物体构成的。除了大量冻结的氮，冥王星上还有一些由氢和氧（生命的基本组成成分）组成的简单分子。

地幔
地幔由一层冰构成。

大气层
在冥王星驶向其远日点的过程中，其上面稀薄的大气冻结后会降落到其表面上。

地壳
这颗矮行星的地壳表面由冻结的甲烷和水构成。

1 800千米

250千米

内核
冥王星的内核部分由铁、镍和硅酸盐等元素构成。

98%
氮

2%
极少量的甲烷及一氧化碳。

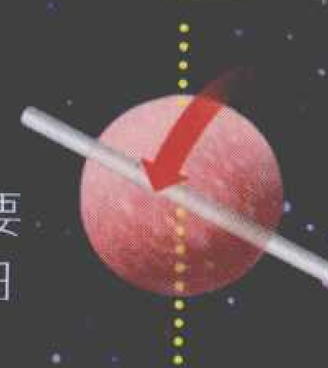
特性

通用行星符号	P
基础数据	
与太阳的平均距离	5 900 000 000千米
环日轨道（冥王星年）	247.9年
赤道直径	2 306千米
轨道运行速度	4.8千米/秒
质量*	0.002
重力*	0.067
密度	2.05克/立方³
平均温度	−230℃
大气	非常稀薄
卫星	3

*地球=1

轴倾

122°

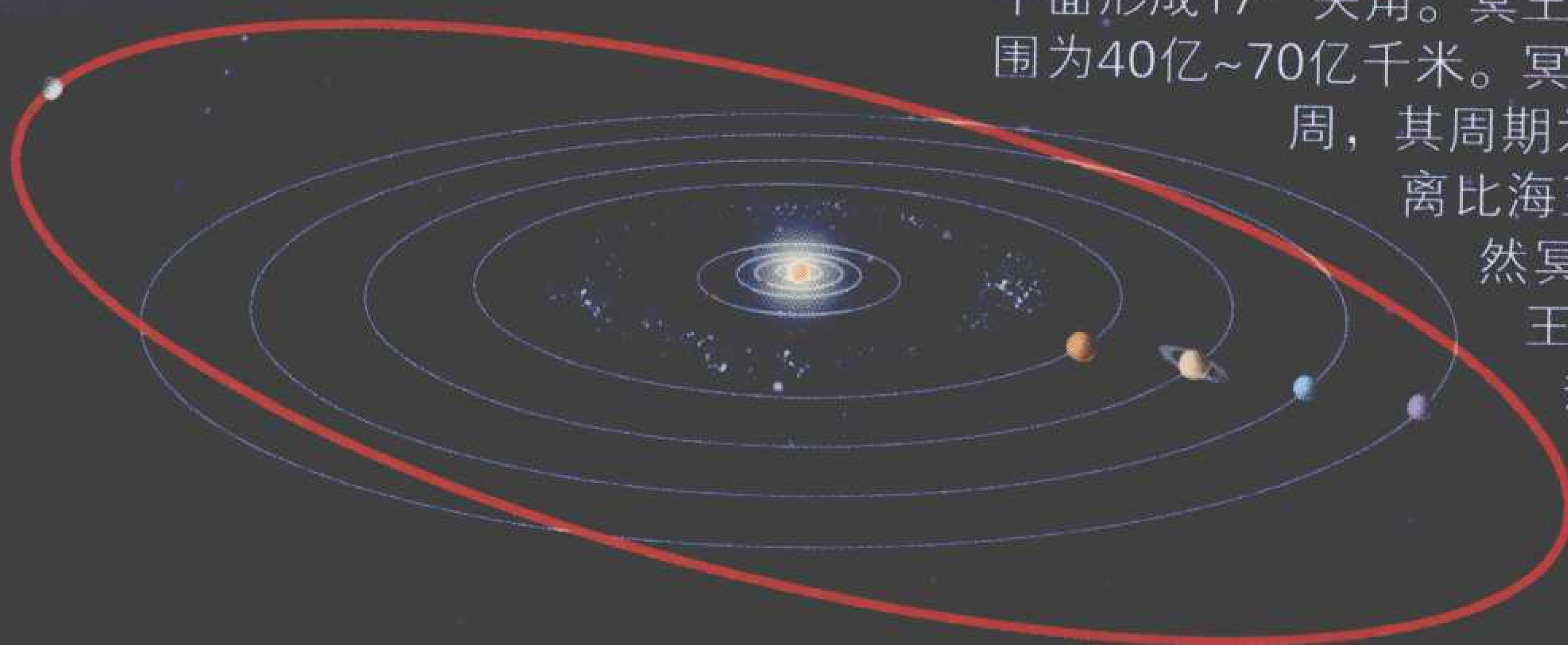


自转一圈需要6 387个地球日

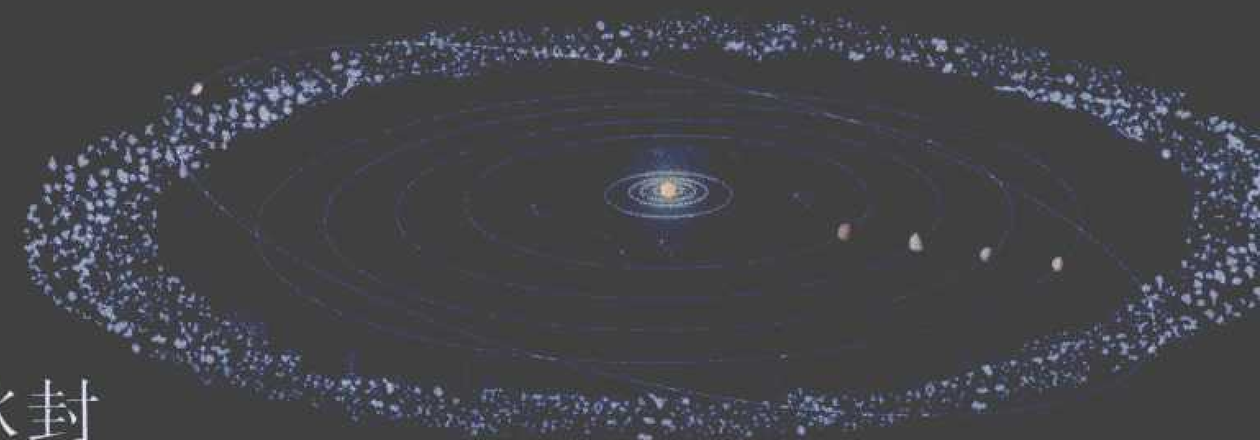
“新地平线任务”
2006年1月19日，人类首次向冥王星发射探测器。按计划，这颗航天器将于2015年7月到达这颗矮行星，并对冥王星及卫星卡戎进行第一次近距离飞越探测。

独特的轨道

冥王星的轨道为明显的椭圆形，并与其他星球的轨道平面形成17° 夹角。冥王星与太阳之间的距离变化范围为40亿~70亿千米。冥王星每248年绕轨道运行一周，其周期为20年，它与太阳之间的距离比海王星到太阳的距离还短。虽然冥王星的轨道路径看似与海王星的轨道路径有交点，但却不可能发生碰撞。



遥远的世界



在太阳系的第八颗行星——海王星以外的地方，我们发现了许多冰封星体，它们的体积比地球的卫星月球还小。10万多颗这样的星体共同组成了柯伊伯带，即太阳系的冰封边界。近年来，鉴于冥王星的体积和偏心轨道，国际天文学联合会的天文学家已决定重新将其归类于矮行星。周期彗星（每隔一定时间出现一次的彗星）主要源自柯伊伯带，而无周期彗星主要来自奥尔特云，即一个巨大的包围着整个太阳系的球形云团。●

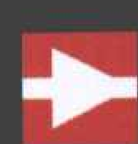
土星轨道

天王星轨道

海王星轨道

冥王星轨道

柯伊伯带



海王星轨道向外延伸的区域内承载着很多冰封的世界，它们在某种程度上与行星相似，但比行星小得多。这些星体位于柯伊伯带，即太阳系的冰封边界地带。目前，已有近千颗星体被编入名录，其中包括直径达1 300千米的创神星（夸欧尔星）。据估算，整个柯伊伯带应包含10万颗以上直径大于100千米的由冰和岩石组成的星体（包括冥王星），它们延展为一个宽大的圆圈。很多靠近太阳的彗星均来自柯伊伯带。

2 306千米

冥王星的直径比地球卫星月球的直径小1 200千米。鉴于冥王星的体积和运行轨道，天文学家决定重新将其划分为矮行星，而不再是行星。

大小对比

2002年创神星（夸欧尔星）的发现，让科学家找到了他们一直在寻找的柯伊伯带与太阳系起源之间的联系。创神星（夸欧尔星）近似圆形的轨道证明，有些星体既属于柯伊伯带，又围绕太阳运行。2006年8月24日，国际天文学联合会举行了正式会议，会议决定将冥王星重新划分为矮行星。至此，冥王星不再是一颗行星。以后发现的柯伊伯带中的其他星体也将暂时归为此类。



创神星(夸欧尔)
直径为1 300千米。



塞德娜
其直径约为1 600千米。



冥王星
直径约为2 300千米。



阋神星
比冥王星还大，直径约为3 000千米。

已探测到的系外行星的数量为

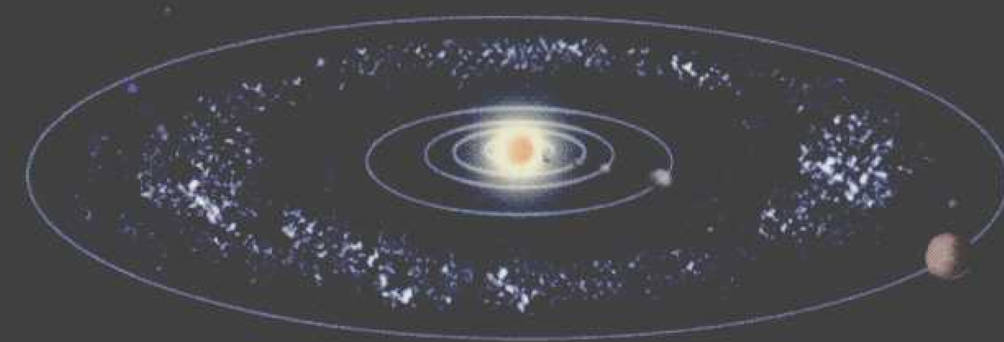
200颗或更多。



最远的星

阋神星距离太阳97个天文单位（14.55亿千米），由此成为太阳系可观测到的最远的星体。这颗矮行星沿一条椭圆形偏心轨道运行，运行一周的时间为560年。阋神星的直径约为2 320千米，表面有少量的甲烷。

太空碎片——小行星和陨石



太阳系形成之初，各种物质的熔化、碰撞及分解在各行星的形成过程中起到了重要的作用。这一过程的残留物现在仍以岩屑的形式存在于太空之中。它们不仅见证了太阳系的形成过程，甚至还和后来影响地球进化过程的地质阶段有着一定的关系。它们也很有可能就是导致6 000万年前恐龙灭绝的原因。

天外来客

科学家对陨石进行研究的主要目的之一就是想弄清楚这些陨石的性质。这些流星物质中含有地球以外的固体和气体。科学实验证明，有些陨石来自月球或火星，但大多数陨石都与小行星有关。科学家对各类陨石进行了分析，并按照其组成成分对其进行分类。



陨石的类型

石陨石
这类陨石中含硅酸盐矿物。它们可进一步细分为球粒陨石和无球粒陨石。



铁陨石
这类陨石中含有相当高比重的铁镍化合物。它们主要来自碎裂的小行星。

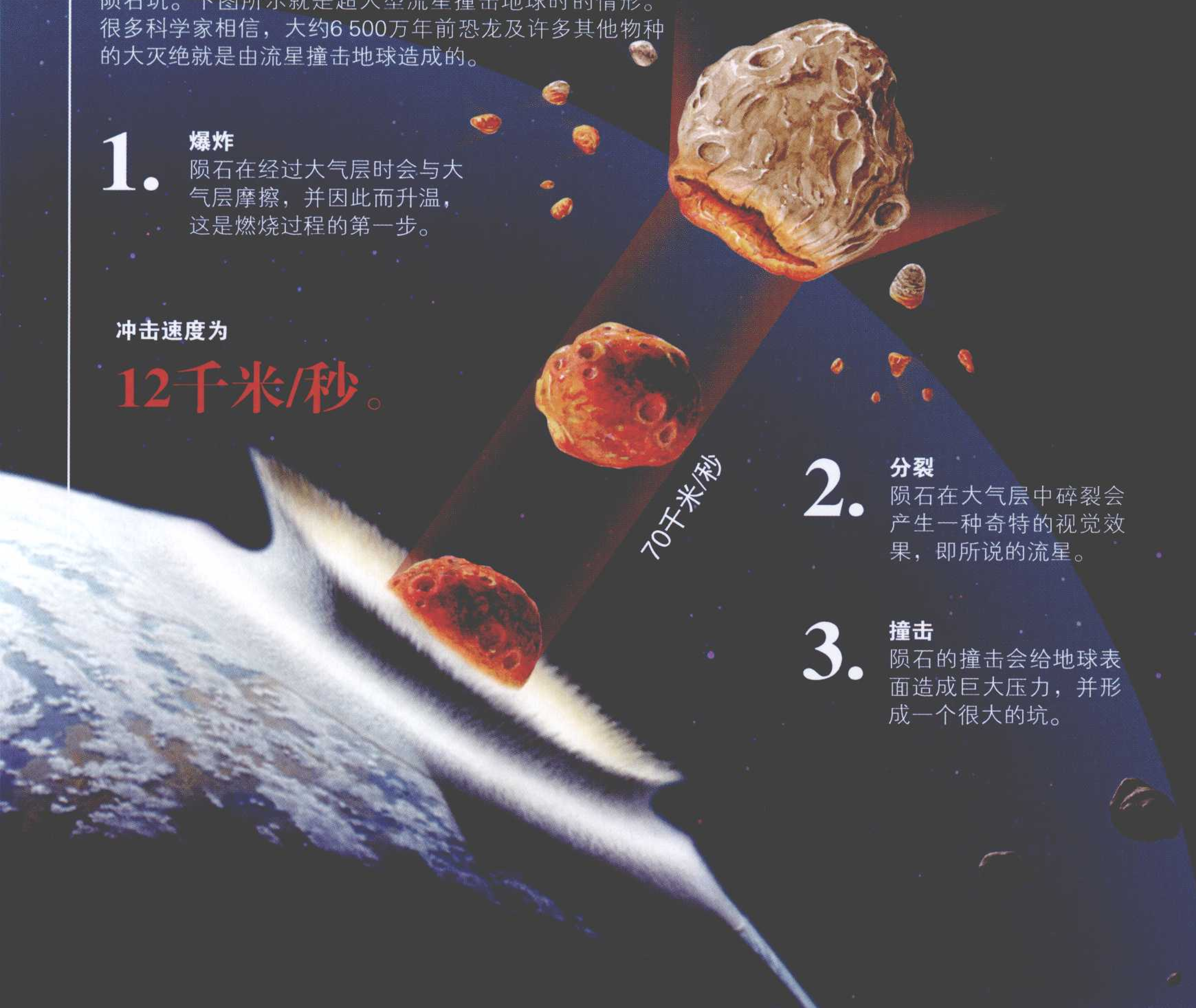


中铁陨石
这类陨石中包含几乎等量的铁、镍和硅酸盐。



巨大的陨石撞击

陨石是指那些来自太空的、在穿过地球大气层时未能完全蒸发掉的物体。当较大的流星撞击地球时会留下一个陨石坑。下图所示就是超大型流星撞击地球时的情形。很多科学家相信，大约6 500万年前恐龙及许多其他物种的大灭绝就是由流星撞击地球造成的。



1. 爆炸
陨石在经过大气层时会与大气层摩擦，并因此而升温，这是燃烧过程的第一步。

冲击速度为
12千米/秒。

2. 分裂
陨石在大气层中碎裂会产生一种奇特的视觉效果，即所说的流星。

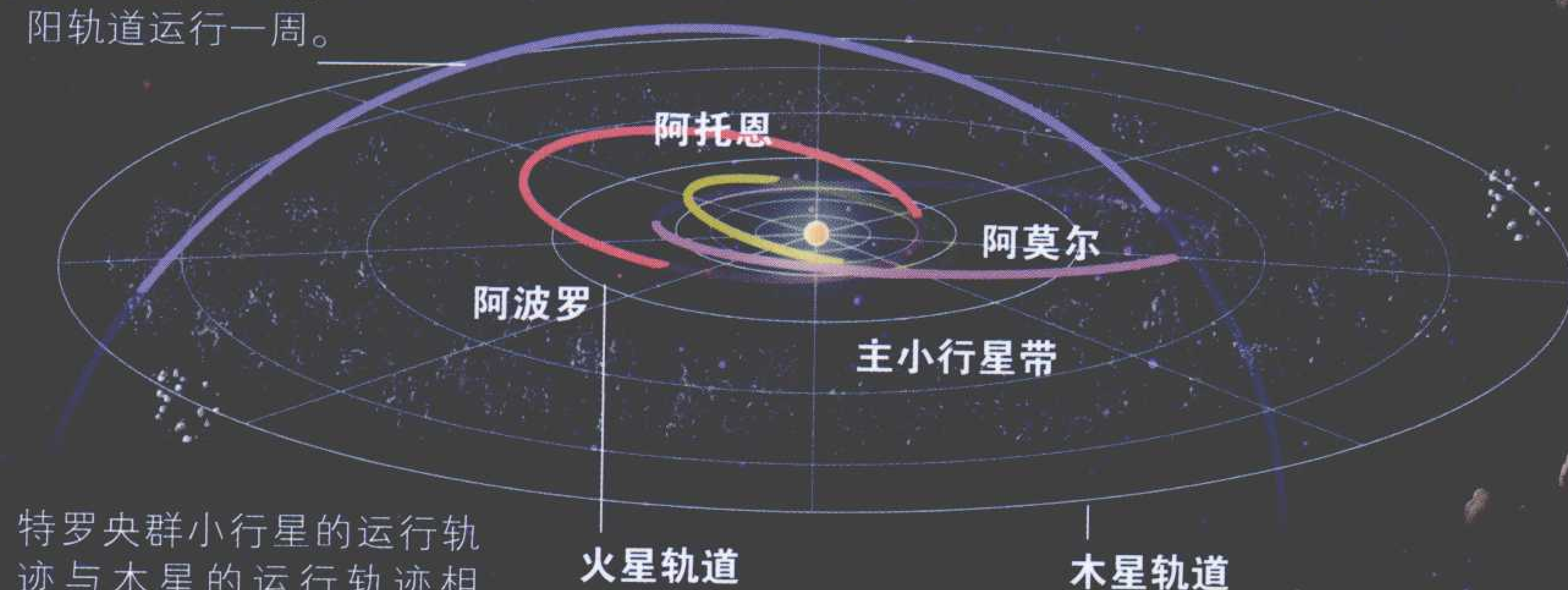
3. 撞击
陨石的撞击会给地球表面造成巨大压力，并形成一个很大的坑。

小行星

小行星指围绕太阳运行的数百万个不同形状的岩石和金属碎片。大多数的小行星位于火星和木星运行轨道之间的地带上，但也有一些小行星（如阿莫尔、阿波罗和阿托恩等小行星群中的成员）围绕在地球周围。

所有小行星质量的总和占月球质量的百分比为**15%**。

希达尔戈星
每14地球年围绕太阳轨道运行一周。



特罗央群小行星的运行轨迹与木星的运行轨迹相似，其中一组小行星位于木星前方，另一组位于木星后方。

不要被吓到

主小行星带有上百万颗小行星，最小的小行星的直径也超过1千米。谷神星是第一颗被人类发现的小行星（发现于1801年），也是已知小行星中最大的一颗，直径达932千米。

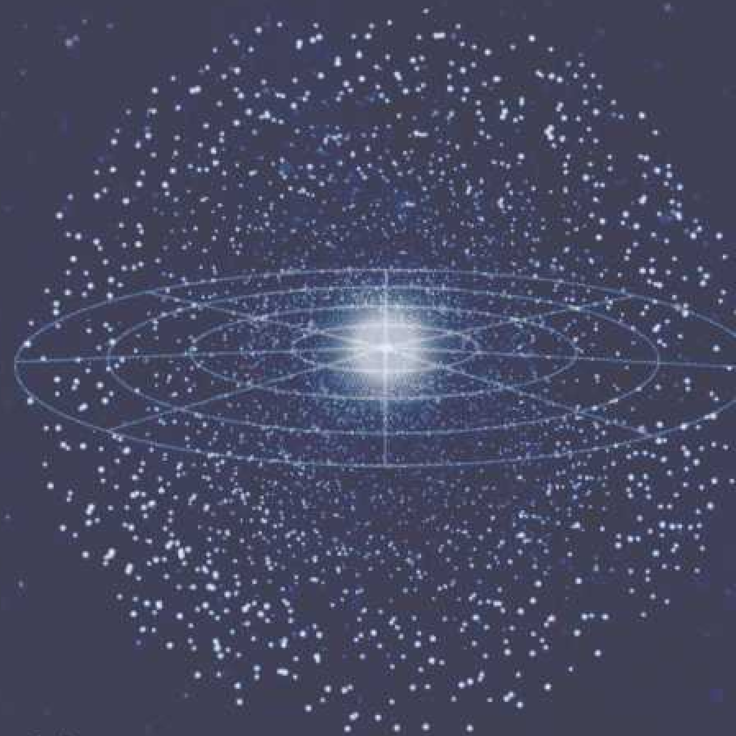
柯克伍德空隙
柯克伍德空隙是主小行星带上的空旷区域，该区域内无小行星分布。

小行星种类
小行星的大小和形状各不相同，但按其成分主要可分为三类：硅质小行星、碳质小行星和金属质小行星。

爱达小行星
这颗小行星的长达56千米，表面上有与其他星体碰撞的痕迹。

小行星的主要构成成分含铁的岩石。

带尾巴的星星

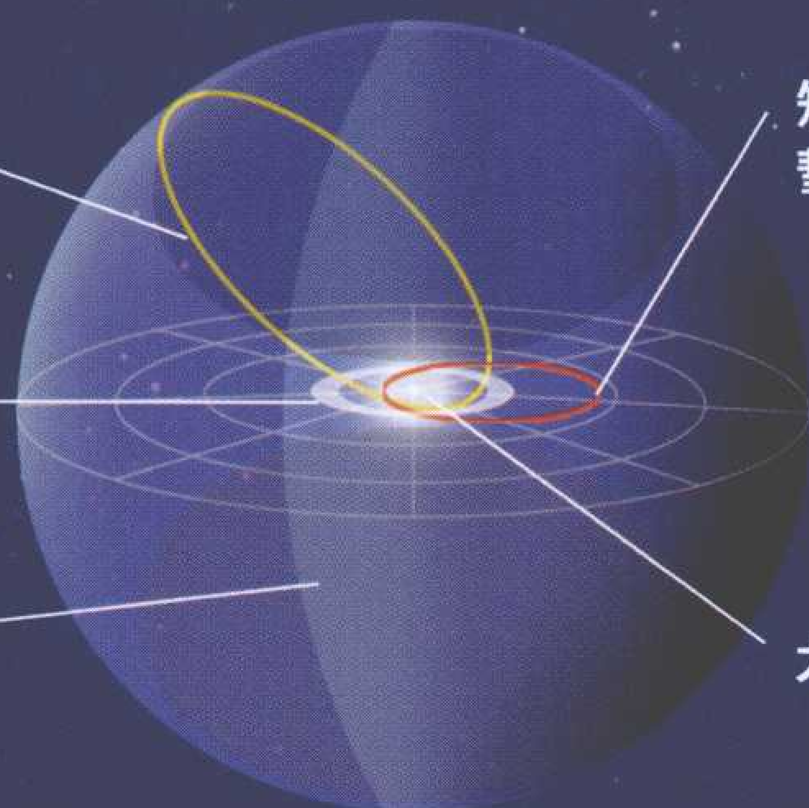


彗星是一种小型的变形星体，直径一般只有几千米，通常呈暗色冰状。主要由尘埃、岩石、气体和富含碳的有机分子构成。它们多出现在海王星轨道之外的柯伊伯带上或奥尔特云中。偶尔，像哈雷彗星之类的一些彗星也会转到太阳系内部，在这种情况下，彗星上的冰就会受热融化和升华，形成彗头和长长的彗尾。彗尾主要由气体和尘埃组成，相当壮观。

彗星类型



短周期彗星围绕太阳运动的轨道周期不超过200年。运行期超过200年的彗星与太阳的距离是冥王星到太阳距离的几十倍甚至几百倍。



周期彗星



远离自己原来的运行轨道并靠近太阳的彗星一般会落入新的轨道。例如，哈雷彗星每76年沿其细长轨道运行一周。

彗头

由彗核和彗发组成，前端称为碰撞前区。

彗发

包围彗核的部分，主要由其释放的气体和尘埃组成。

彗核

由冰、甲烷、二氧化碳、氨、岩石和尘埃构成。

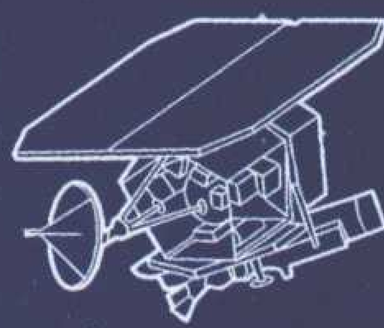
“深度撞击”探测任务

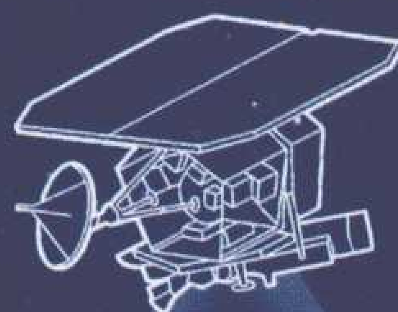


2005年1月12日，作为“发现”项目的一部分，美国国家航空航天局（NASA）发射了“深度撞击”航天探测器。该探测器沿碰撞航向循环向9P/坦普尔1号彗星发射射弹，然后将获得的样本送回地球研究。

1. 探测器发射撞击器

“深度撞击”探测器发射出的350千克重的铜质撞击器将与彗星发生撞击。撞击器射向前方。





2. 就位

探测器使用红外摄像机和光谱仪跟踪彗星，并分析对彗核的撞击情况。

撞击器探测撞击面

太阳风

彗核

与彗星碰撞的速度为

36 000 千米/小时。

3. 与彗星的碰撞

发生于2005年7月4日。撞击器撞击出一个足球场大小、几层楼深的坑。

前期任务

美国国家航空航天局（NASA）之前已向彗星发射过一些无人驾驶的太空任务执行设备。第一次执行任务的是1978年发射的ISEE-3/ICE国际太空探测器。该探测器于1985年9月横穿贾科比尼——津纳彗星尾部，并最终完成了任务。

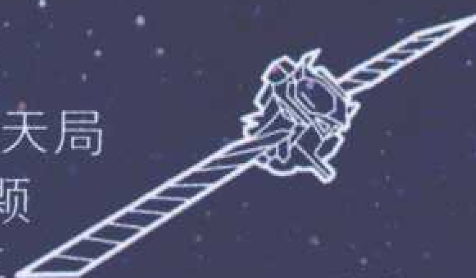
乔托探测器

发射于1986年，与哈雷彗星在离彗核500千米的位置擦身而过。



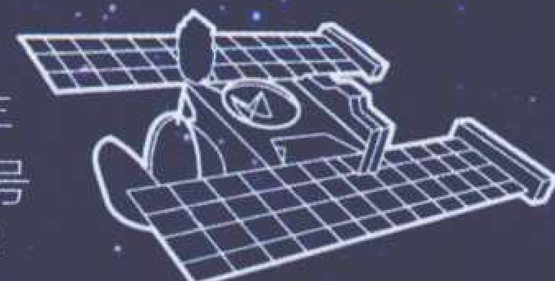
外层空间探测器

美国国家航空航天局（NASA）的这颗航天器于2001年接近了包瑞利彗星。



“星尘”探测器

该探测器于2004年成功取得维尔特2号彗星的样本，并将之送回地球。



彗头

彗星头部的直径可达100 000千米，甚至更长。

彗尾

彗头

离子尾

这条悬浮的气体带构成一条略显蓝色的低强度发光区。气体分子失去一个电子，进而形成一个电荷。

尘埃尾

悬浮的尘粒尾随在彗星尾部。它们能够反射太阳光，从而使地球上的人能够看见彗尾发光的部分。

彗星接近太阳时，其尾部达到最长。

随着彗星逐渐远离太阳，彗尾最终将消失。

太阳 地球 火星

木星

彗星轨道

彗头与彗尾的形成

受太阳辐射和太阳风的影响，气体和尘埃从加速前进的彗星上释放出来。尘粒形成了彗星弯曲的尾部，这时的尾部几乎已感受不到太阳风的压力。随着彗星驶出太阳系的范围，其尾部会再次重叠，但随着彗核温度的逐渐降低，彗核会逐渐停止释放气体，尾部随即消失。

地球和月球



起初地球是一团炽热的集合体，后来慢慢冷却，形成了各大洲。虽然我们的蓝色星球在早期已经发生了巨大的变化，但是这种改变依然没有停止。无可否认，如果没有大气的存在，地球上不会有生命。大气是环绕我们的一

地球鸟瞰图

在这张地球局部照片中，我们可以看到波拉波拉岛——位于法属波利尼西亚，为背风群岛中的一个岛。

蓝色星球 68–69
地心之旅 70–71
很早以前 72–73
地球运动与坐标 74–75
月球和潮汐 76–77
日食和月食 78–79



层无色、无嗅、不可见的气体层，它为我们提供呼吸的空气，保护我们免受太阳的辐射危害。虽然大气层约有700千米厚，但是它没有清晰的边缘，只是慢慢地变得稀薄直到彻底消失。●

蓝色星球

地球之所以被称为蓝色星球，是因为它2/3的表面都被蓝色的海洋所覆盖。在太阳系的八大行星中，按距离太阳远近排列的话，地球位列第三。它是唯一适合生命生存的星球，这也是它的特殊意义所在。地球上有充足的水源、适宜的温度和能够保护自身免受外来物体撞击的大气。不仅如此，大气中的臭氧层还有过滤太阳辐射的功能。地球两极略扁而赤道较宽，绕地轴自转一圈为24小时。

生命现象

液态的水使地球上生命的存在成为可能。地球是唯一一颗温度变化范围处在0~100℃的星球，这使得水能够以液态形式存在。此外，地球与太阳之间的平均距离及其他一些因素，也是地球38亿年前就有生命存在的原因所在。

地球表面约有

70%

被水覆盖。从太空中看来，这颗行星呈现出蓝色。



–60℃

水只能以冰的形式存在

由于火星距离太阳较远，火星上的水均以冰的形式存在。



0~100℃

三种状态

地球上的水能以其所有的三种状态存在。



100℃以上

水只能以水蒸气的形式存在

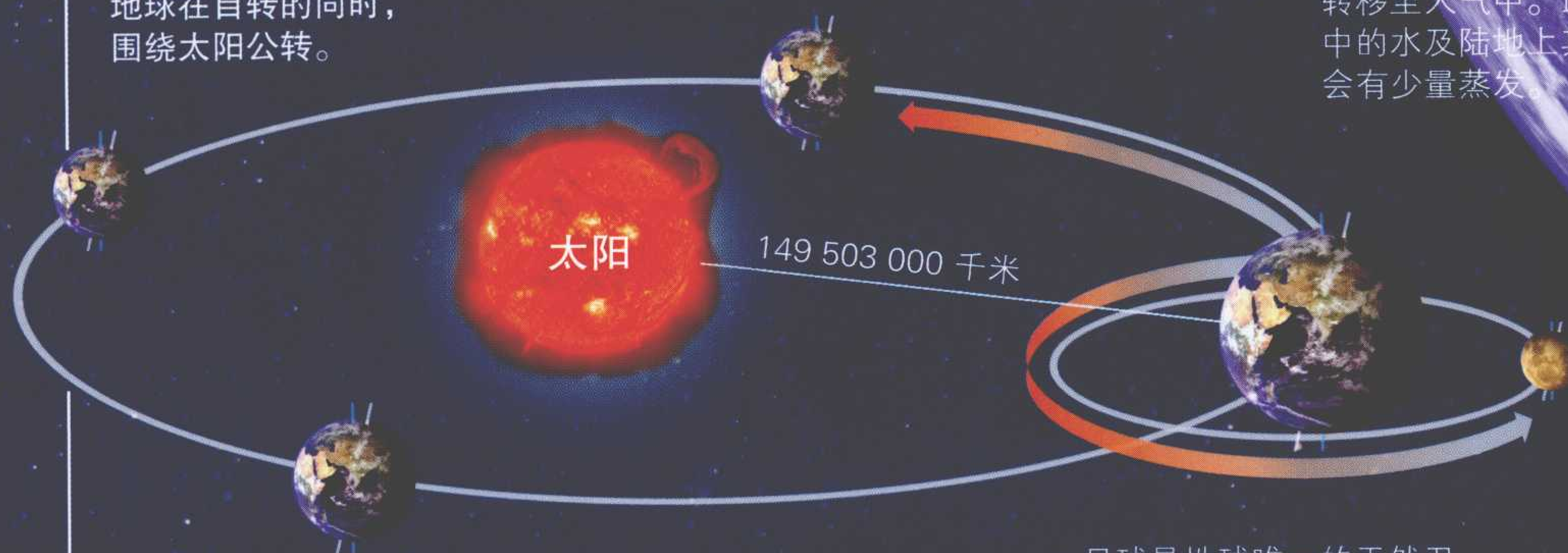
水星和金星距离太阳太近，即使这两个星球上有水，也会被蒸发。

1. 蒸发

太阳的能量可以导致水的蒸发，这样一来，部分海洋中的水便会转移至大气中。此外，江河湖泊中的水及陆地上其他来源的水也会有少量蒸发。

地球的运转

地球在自转的同时，围绕太阳公转。



自转： 地球围绕地轴自转，自转一周需要23小时56分钟。

公转： 地球围绕太阳公转一周的时间是365天5小时57分钟。

月球是地球唯一的天然卫星，其直径是地球直径的1/4，月球围绕地球运行一周需要27.32天。

南极

轴倾

自转轴

北极

23.5°

地球的地轴与垂直线之间有一个23.5° 的倾角。当地球围绕太阳公转时，地球上不同的区域会逐渐地接收到或多或少不同程度的太阳光，由此产生了四季。

特性

通用行星符号 

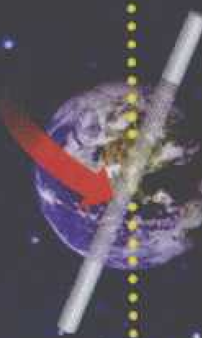
基础数据	
与太阳的平均距离	1.5亿千米
围绕太阳公转的周期（地球年）	365.25天
赤道直径	12 756千米
轨道运行速度	27.79千米/秒

密度	5.52克/厘米^3
平均温度	15℃

轴倾

23.5°

地球自转一圈需要的时间为23小时56分钟。



3. 降水

在水蒸气凝结的过程中，大气会流失一部分水分。地球的重力引起降雨、降雪和冰雹等现象。露水和霜能直接改变其所覆盖的物体的表面状态。

2. 凝结

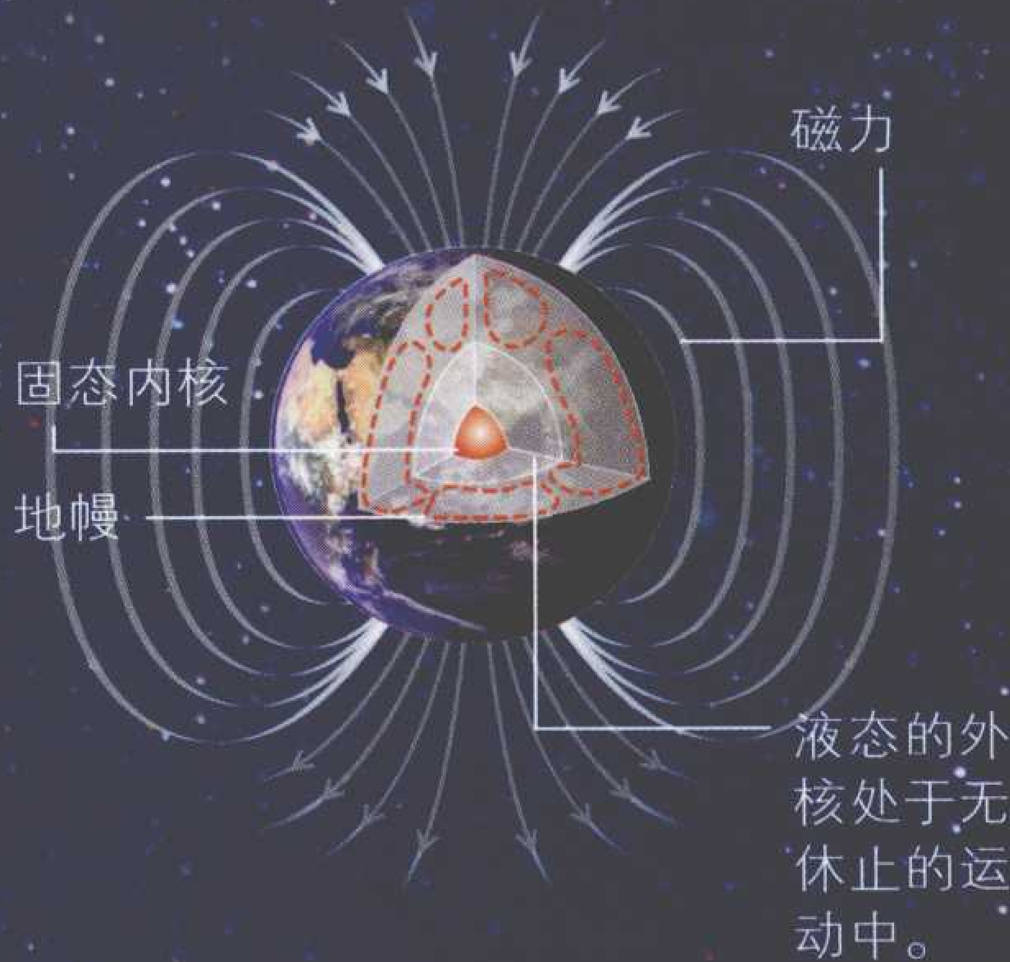
地球上的风运载着含有水分的空气，直到水蒸气在一定的天气条件下凝聚成云，并最终以雨或其他形式降落到陆地上。

磁性和重力



地球的磁场源于地球的外核，外核层熔融的铁水湍流产生电场和磁场。地球磁性的方向一直在随时间变化，它导致了磁极的移动。

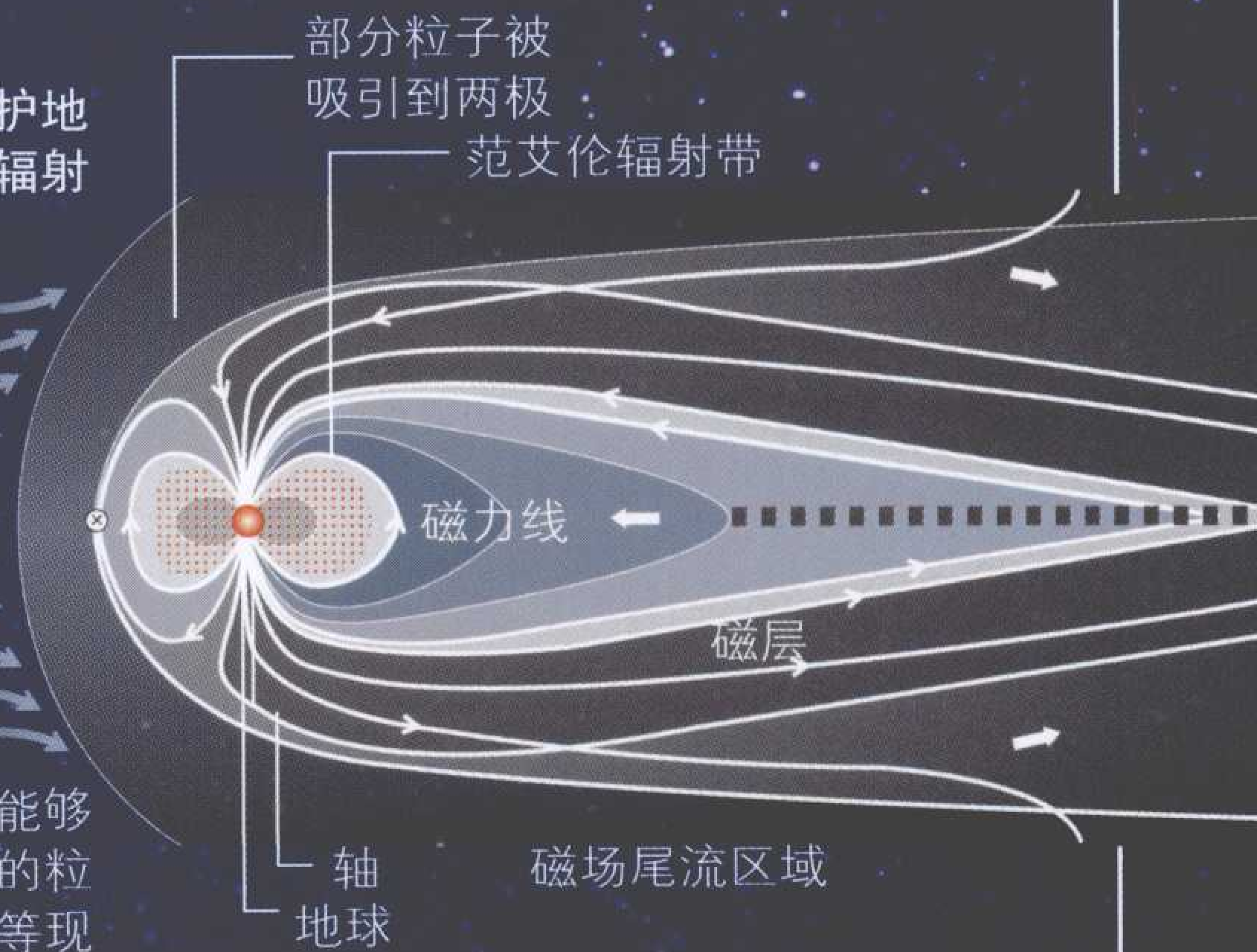
地核就像一块磁铁。



地球的磁场是由其外核区域的对流电流引起的。

磁场的作用

磁场能起到保护地球免受太阳风辐射伤害的作用。



范艾伦辐射带能够捕获太阳风中的粒子，导致极光等现象的出现。

重力和重量

重量是作用于人体或者物体的重力的大小。



11千克

在月球上

月球质量比地球小，相应地，重力也小。



70千克

在地球上

物体被地心吸引。



177千克

在木星上

木星的质量比地球大300倍，因此其重力也更大。

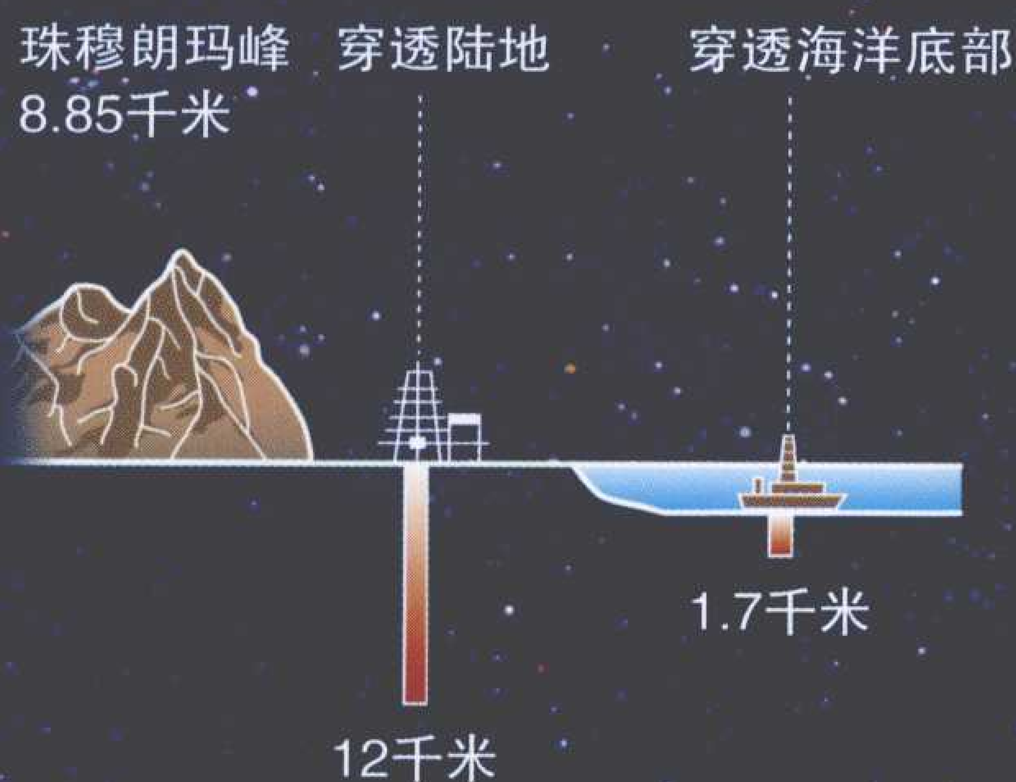
地心之旅

我们都生活在地球上，但是很少有人能真正地了解这个星球。其实，地球由很多层不同的物质构成，如固体熔岩层，它的组成部分依次为铁、镍和硅等元素。大气层则由环绕地球的各种气体组成。大气中的氧气承担了一项特殊的任务，即决定着地球生命的生存。

内部结构

我们居住在地球的岩石表层上，这个表层就仿佛地球的外壳。地表的岩石多由氧和硅组成，而下面的地幔是由更加厚重的岩石组成。地幔中有一个液态金属区，它处于不断沸腾的状态，该区域包围着地球的内、外核，它能产生对流电流，进而形成地球磁场。地球内核为固态，因为它承受着巨大的压力，是地球最密实的部分。

人类目前能够抵达的范围



620千米

2 230千米

2 250千米

2 440千米

上地幔

受高温影响，上地幔中的各种物质会膨胀并形成连续上升运动，由此产生对流和引起地壳变化的力。

下地幔

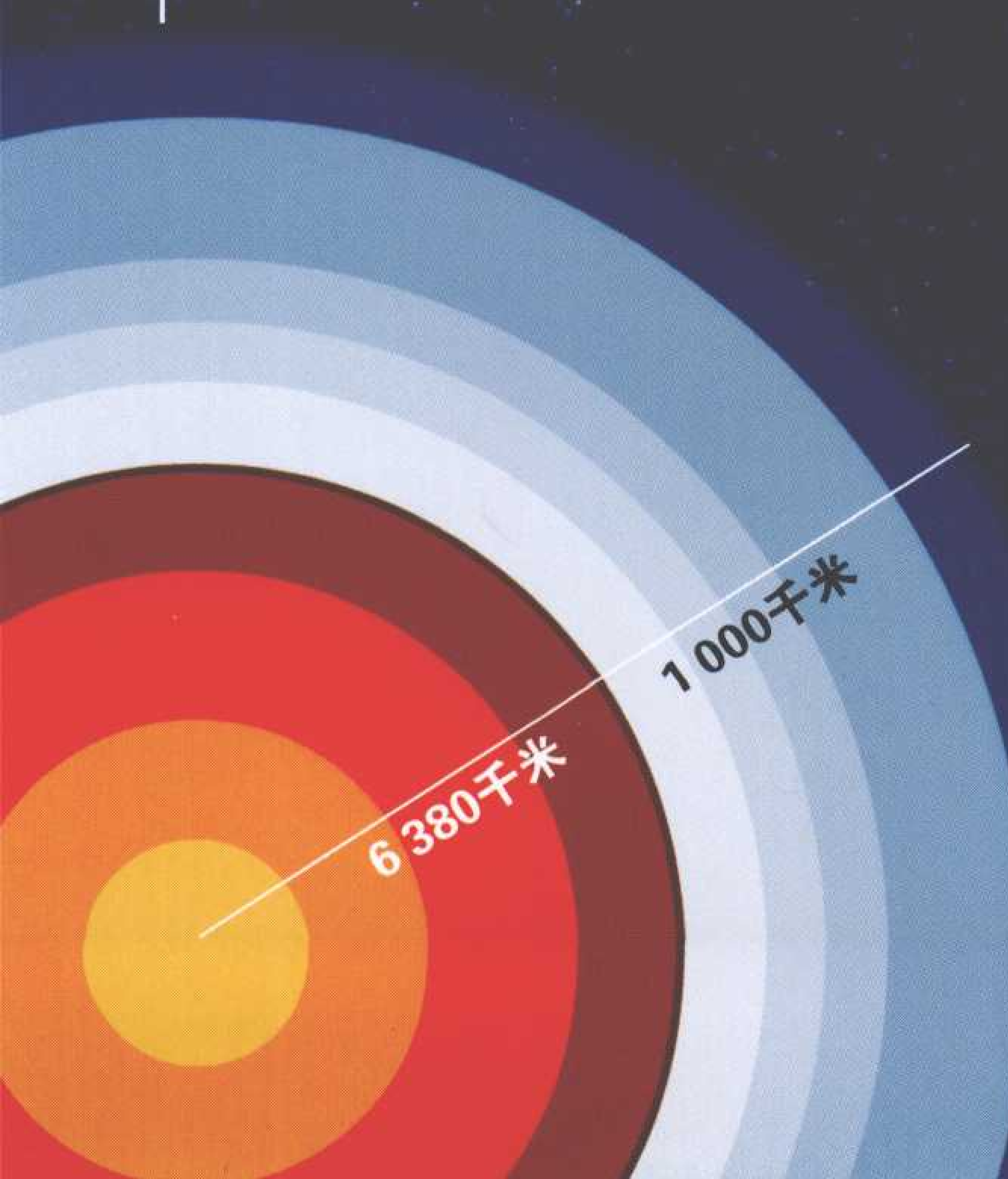
下地幔是位于地核和地壳中间的固态层。

外核

地核外层为液态层，主要由熔融的铁和镍组成。外核的温度比内核稍低，压力也相对较小。熔融物的流动产生了地球磁场。

地球内核

和地球外核一样，地球内核也由各种金属组成。虽然内核温度很高，但其仍为固体，这主要是因为承受了巨大的压力所致。



地球表面至地球中心的距离为

6 380千米。

外逸层

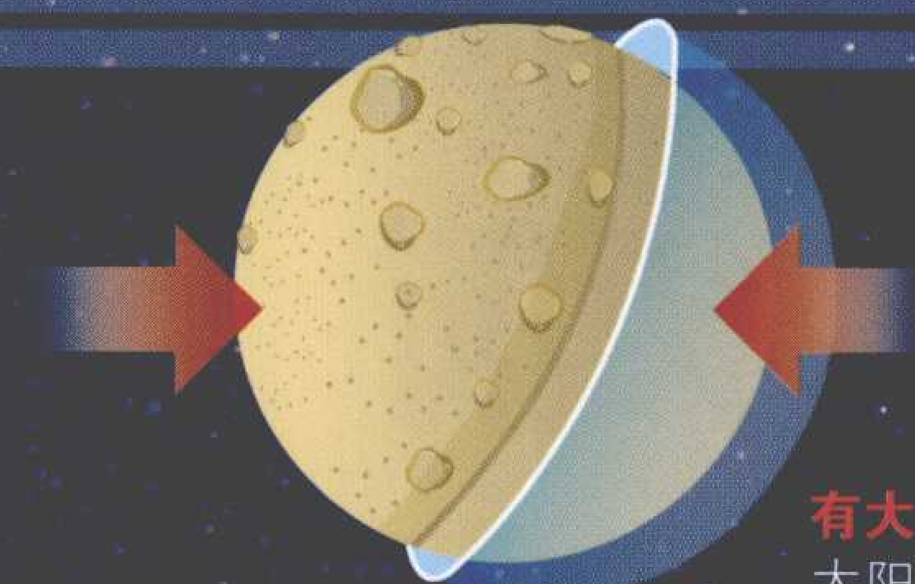
热层

中间层

平流层

对流层

水圈和岩石圈
岩石圈包括地壳及上地幔。水圈包括各种液态水，地球上的湖泊、河流及五大洋覆盖了近71%的地表。

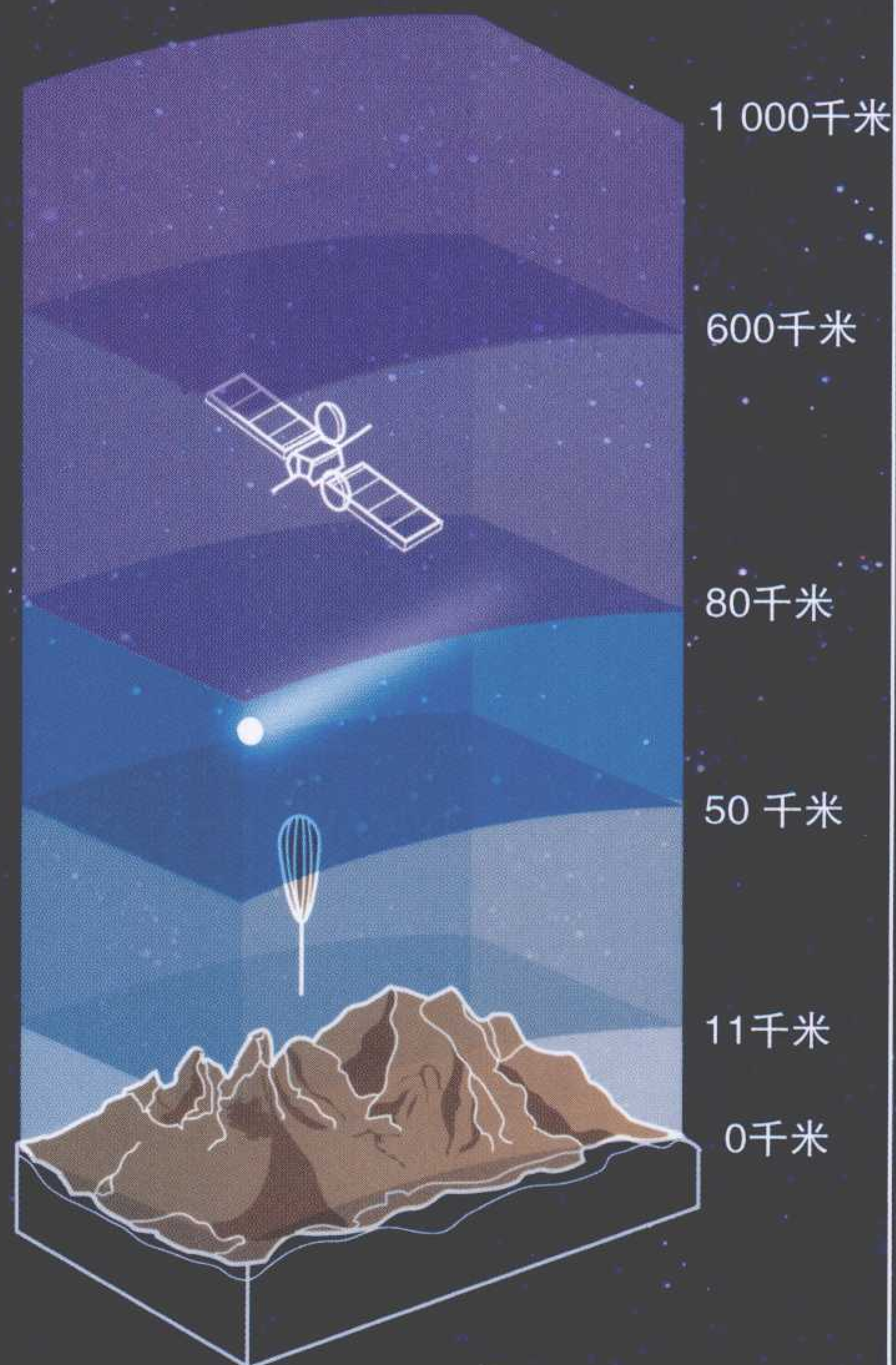


如果没有大气
太阳直射地球，赤道和两极的温差将极其明显。

有大气的情况下
太阳光须经过大气的过滤。风能够起到分散热量的作用，从而降低热带地区气温，提升两极的气温。

地表之上

大气为地球上的生命提供了呼吸的空气和饮用的水，没有了大气，地球上将不会有生命存在。大气层不仅能够保护我们免受太阳辐射伤害，还能通过保存太阳的热量维持地球适中的温度。大气层的厚度约为700千米，但无明显的界限。

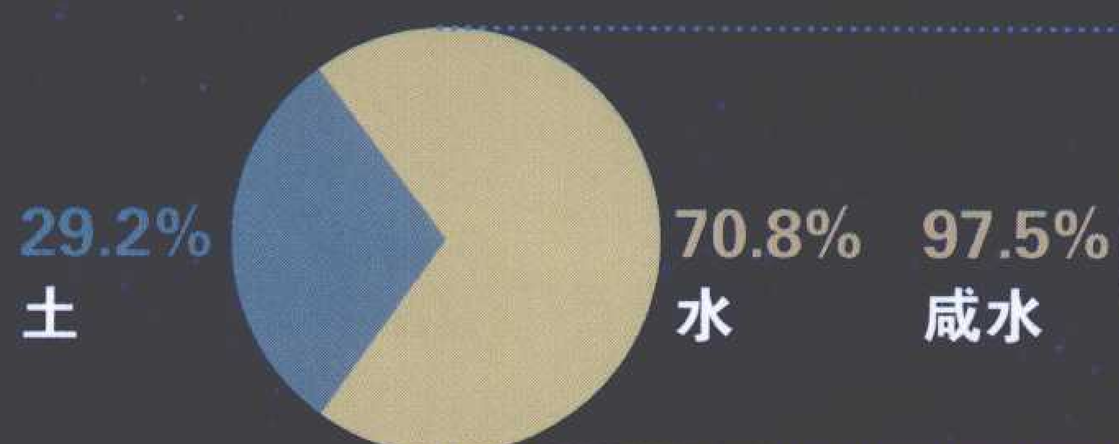


岩石圈和水圈

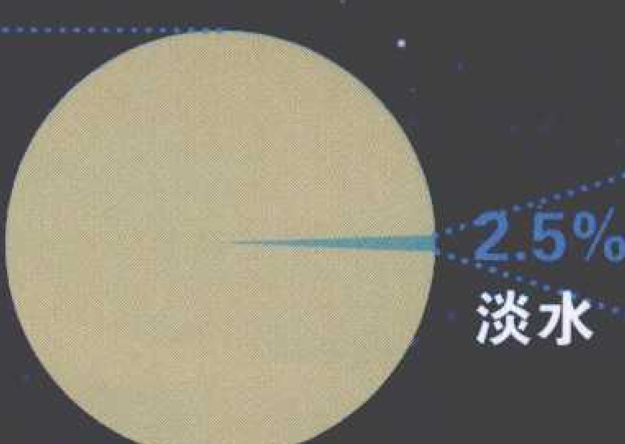


水圈为地球的液体部分，主要包括海洋、湖泊、河流、地下水、雪和冰。水圈的分布几乎遍及整个地壳区域，环抱大陆的水滨区域覆盖地球表面的71%。岩石圈为富有弹性的表层区域，海洋下面的岩石圈厚度达6~11千米，而山脉下面的岩石圈最大厚度可达70千米。

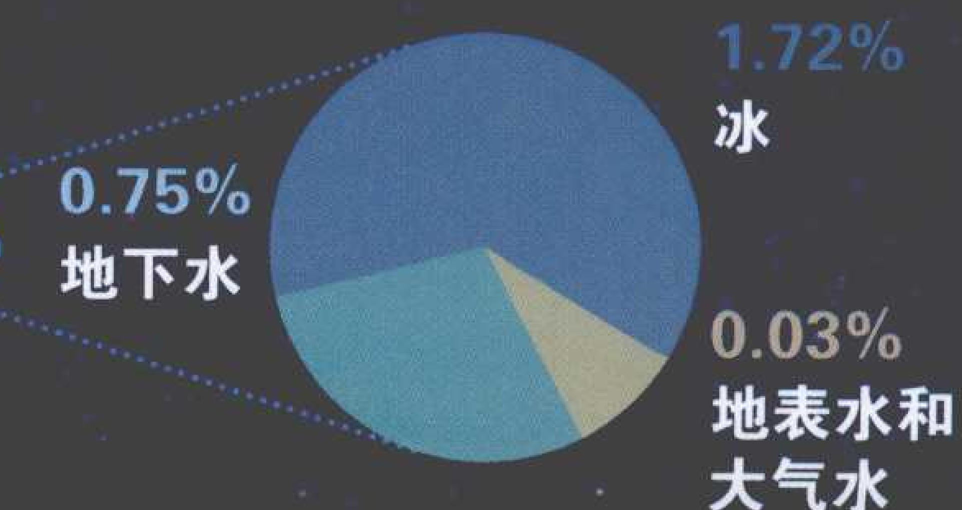
水和土



总水量



淡水

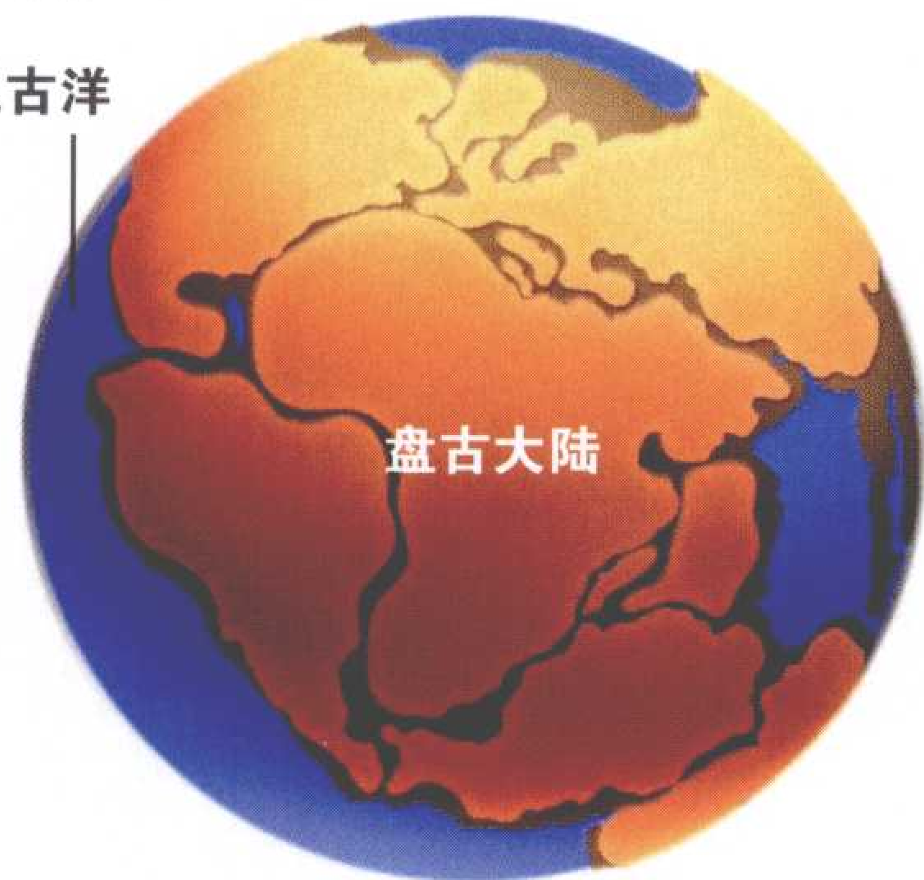


很久以前

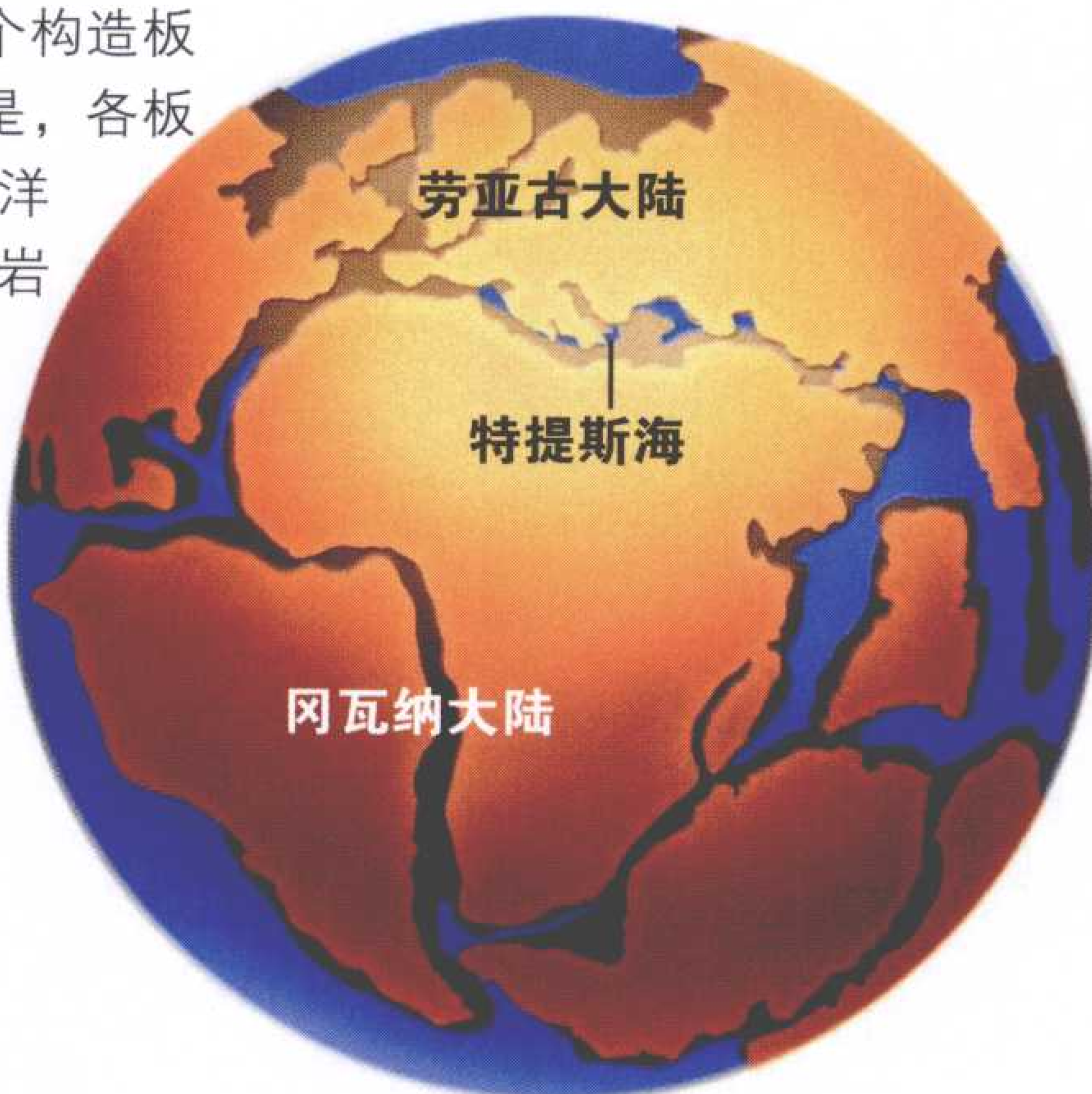
地球很可能由太阳星云（导致太阳形成的气尘云）中的物质组成。这种物质逐渐地越聚越大，最终形成一个由岩石和金属构成的炽热球体。后来，球体外面又形成了一层岩质的壳体，随着其表面的逐渐冷却，大陆开始出现。再过一段时间，海洋出现了，很多微小的有机生命体也出现了，它们还将氧气释放到大气中。这种气体最初只被用于一些化学反应，但随着时间的推移，正是在它的推动下，多细胞生物开始发展起来了。到了5.42亿年前的古生代，地球终于迎来了一个生命激增的时代。

大陆漂移

人类生活在不同的大陆上，各大陆是地球板块的一部分。这些板块在地球表面以相当于指甲生长的速度移动着。2.5亿年前，印度大陆、非洲、大洋洲和南极几个大陆都属于同一块大陆。当地球的各个构造板块相互摩擦时，陆地和海洋地壳发生地震。于是，各板块分开，板块间形成裂谷。分布在海洋下方的大洋中脊，就是由从各构造板块间的裂谷中流出的熔岩形成的。当两个板块碰撞时，俯冲消减现象就会发生。在这一过程中，海洋底部的岩石会被拉进大陆板块下面并消融，然后以火山的形式再现。



1 2.9亿年前
被称作盘古大陆的超级大陆开始形成。盘古大陆周围被称作泛古洋的大洋环抱。



2 2.5亿年前
特提斯海逐渐将盘古大陆分隔开来，形成两个新大陆，即劳亚古大陆和冈瓦纳大陆。



3 1.63亿年前
冈瓦纳大陆分裂成非洲和南美两块大陆，南大西洋形成了。

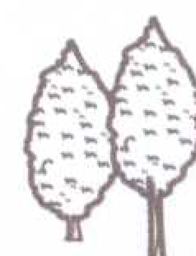

单细胞生物


三叶虫


海百合（海洋动物）


库克逊蕨属（植物）


鱼石螈（两栖动物）


针叶树

前寒武纪时期

古生代



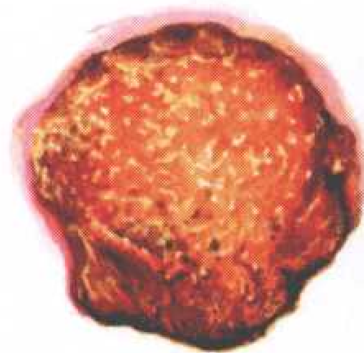
如果将地球的历史视作一天
如果将地球的历史压缩成一天，智人应该是在午夜的前一分钟出现的。

地球的起源

地球成形于46亿年前，主要由气尘云中的物质组成。形成之初的地球是一个炽热并持续活跃的物质团。随着时间的推移，地球逐渐变冷，大气层也越发清晰，逐渐形成降雨，由此海洋诞生了。



4 **6 000万年前**
北大西洋逐渐分离出来，欧洲大陆和北非形成了。



A **火球**
太阳星云中的微粒集聚形成地球。



B **火球冷却**
随着星球冷却并开始排出气体和蒸汽，大气形成。



C **地壳形成**
熔岩开始灌注地球表面，冷却后形成地壳。



D **水**
39亿年前，地球上出现了水。拥有充足的水的地球是太阳系中唯一一颗有生命存在的星球。

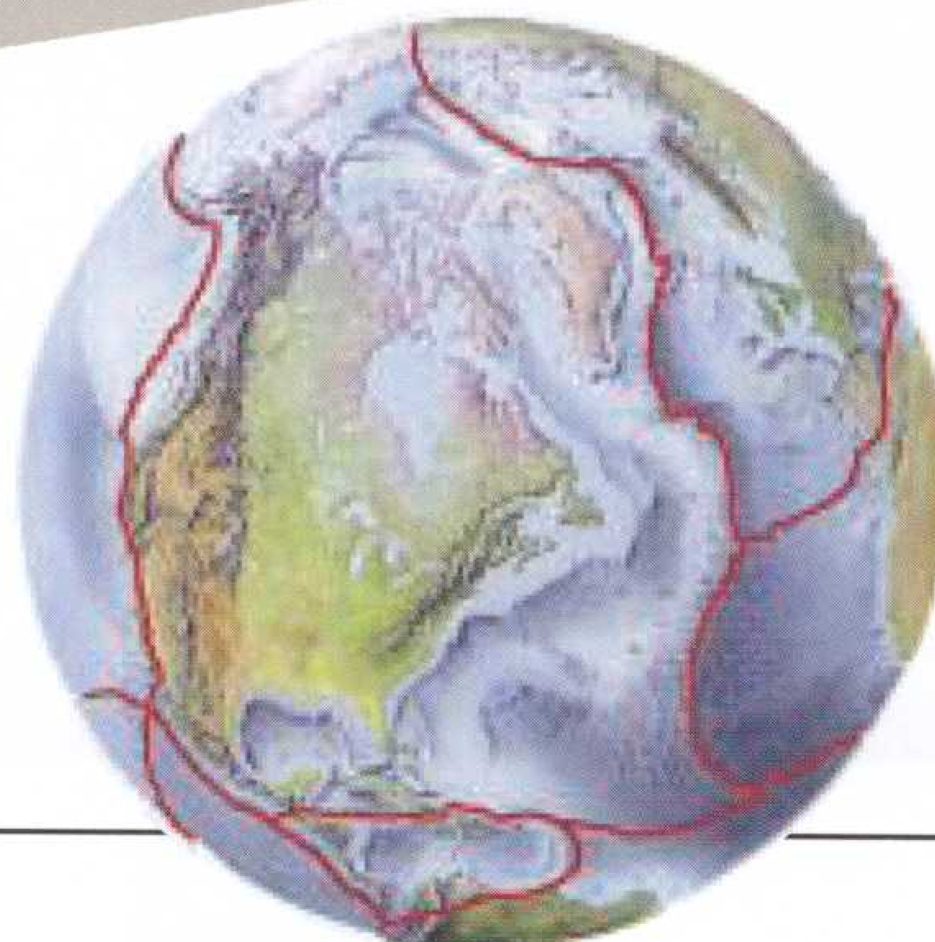
年代表

地质学是一门研究地壳岩石组成的学科。在地质学中，地球的历史被分为若干个代、纪和世，总长度达数百万年。此外，地质学还为我们列出了不同时代的物种随着适应环境和物种竞争而进化的过程。通过对地球上形成于不同时期的沉积层中的生物化石的研究，地质学最终帮助我们追踪到了物种进化历史的时间轴线。

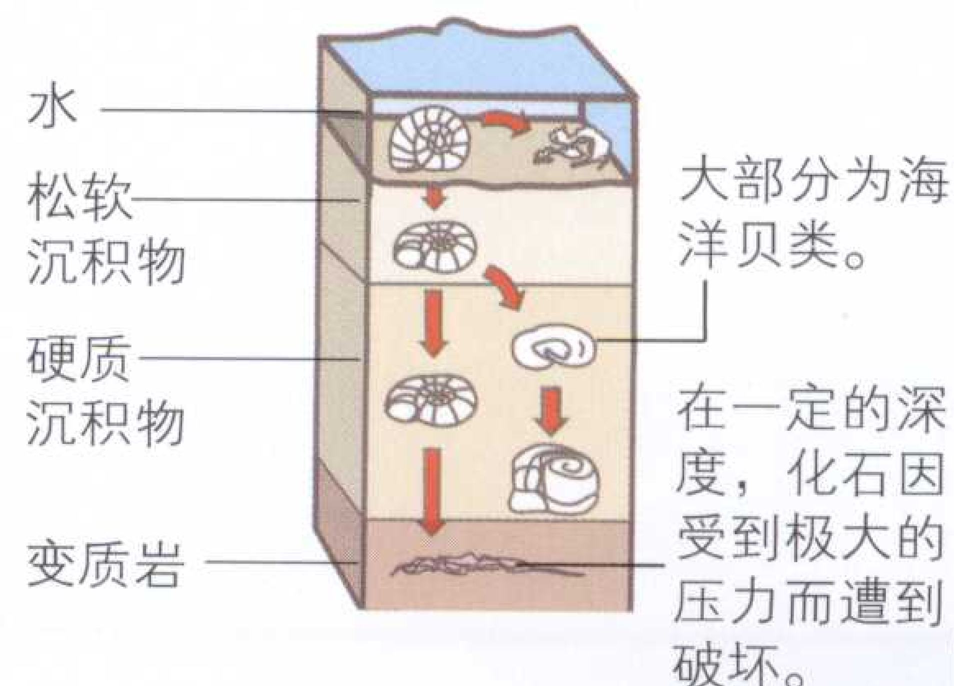
海生爬行动物
恐龙
小型哺乳动物
大型哺乳动物
智人
中生代
新生代

构造板块

地球的表面由不同的板块组成。地球上主要有八大板块，有的板块甚至独自包含一个完整的大陆。板块的边缘以海沟、悬崖、火山山脉或地震带为界。



化石
化石是保留在岩层中的古代生物的遗体或遗迹，它们记录了地球的历史。



地球运动与坐标

的确，地球处在不断运动当中。地球在围绕地轴自转的同时也围绕太阳公转。日夜的更替、季节的变换和岁月的增长等自然现象，都是由地球的自转和公转带来的。为了追寻时间推移的痕迹，人类发明了日历、钟表和时区。时区以子午线为界，并根据各个时区的位置设置了参考时间。每向东一个时区，就增加一小时；相反地，每向西一个时区，就减少一小时。

地球的运动

昼夜的更替、季节的变换及新旧年的交替等，都源于地球在绕太阳运行过程中的各种运动。其中，最重要的运动是地球每天围绕地轴自西向东的自转和地球围绕太阳进行的公转。（地球环绕一个以太阳为焦点的椭圆形轨道运行，因此，地球在一年中与太阳的距离稍有不同。）



自转

1天

地球围绕其自身的轴转动一圈需要23小时56分钟，昼夜更替由此产生。



公转

1年

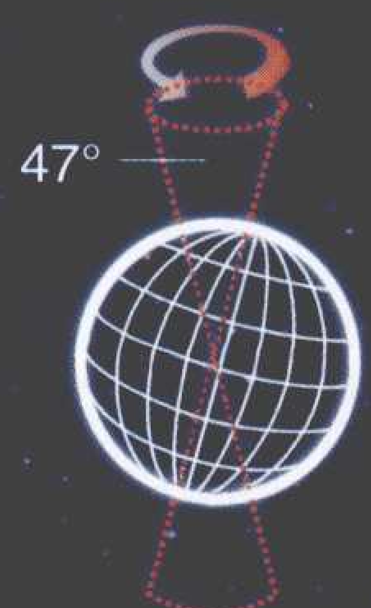
地球围绕太阳转动一圈需要365天5小时57分钟。



章动

18.6年

地球每18.6年会稍微抖动一下，这会引起地球两极发生大约9弧秒的小幅度位移。



岁差

25 800年

由于地球是一个不规则的球体，同时又受到太阳和月亮引力的作用，地轴的方向会发生缓慢的偏转，地轴的这种长期运动被称作岁差。

二分点和至点

每年的6月21日左右，北半球向太阳的倾角达到最大（这种现象在北半球称作夏至，在南半球称作冬至）。这时，北极全天都可以接收到太阳光，而南极则终日被黑夜笼罩。二分点出现在两个至点中间，即地轴正好指向太阳且整个地球上昼夜等长的时候。



6月20日或21日

北半球的夏至日和南半球的冬至日

此二至点是由地轴的倾斜引起的。夏至这天，白天最长，太阳在天空中的位置达到最高；冬至这天，白天最短，太阳在天空中的位置降至最低。

3月20日或21日

北半球的春分日和南半球的秋分日

太阳正好经过赤道上方，白天和夜晚的时长一样。

太阳





9月22日或23日

北半球的秋分日和南半球的春分日

此时，太阳正好经过赤道上方，昼夜等长。

近日点

地球轨道上距离太阳最近的点（1.47亿千米）。

时间的度量

日、月可以用日历和钟表标记，但对时间单位的度量既不是一种文化产物，也不是一种随意想象出来的东西，它是从地球的自然运动规律中演变而来的。

23.5°
地轴的倾角

1.49亿千米

地球轨道
地球公转一圈的时间约为365天。

1天 日
地球围绕地轴自转一圈的时间。

大约30天 月
一年所划分的时间单位，每个月的天数在28~31天。

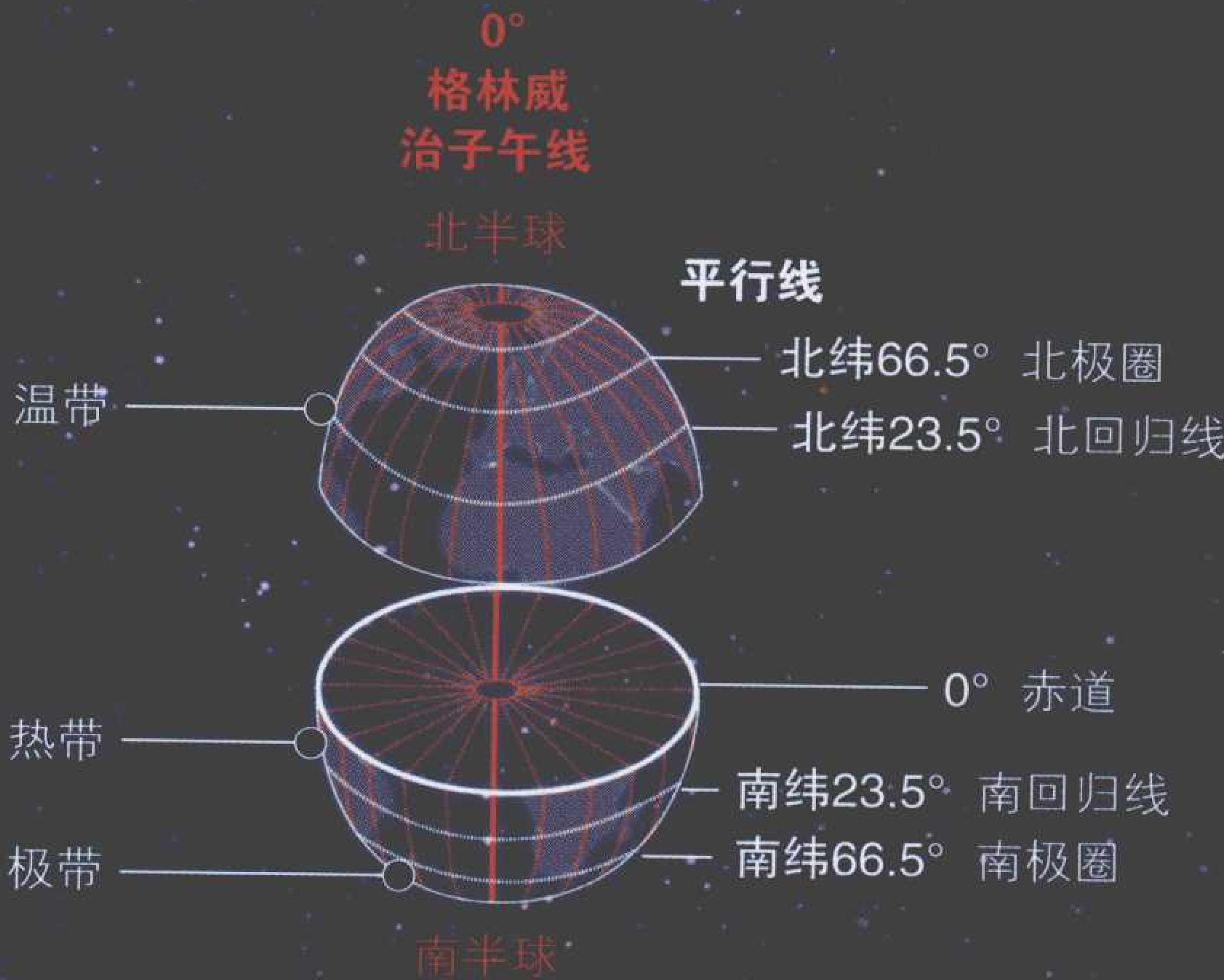
12月21日或22日

北半球的冬至日和南半球的夏至日
此二至点同样是由地轴的倾斜引起的。夏至这天，白天最长，太阳在天空中的高度达到最高；冬至这天正好相反。

远日点
地球轨道上距离太阳最远的点（1.52亿千米）。这一般发生在7月初。

地理坐标

得益于经纬网，人们以地球赤道与格林威治子午线（0° 经线）的交叉点为参考点，便能定位地球上每一个目标的位置。该交叉点代表地球两极之间的中点。

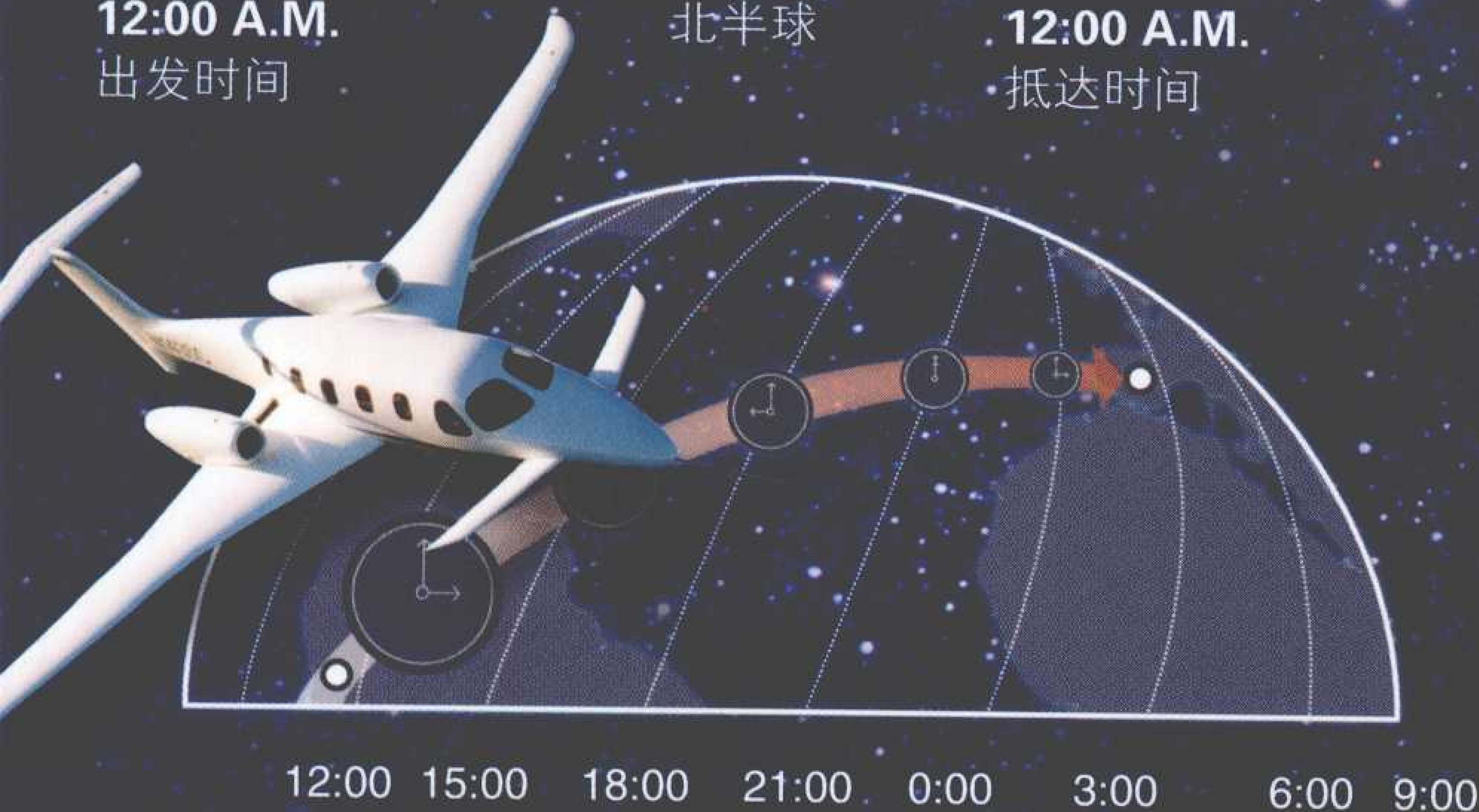


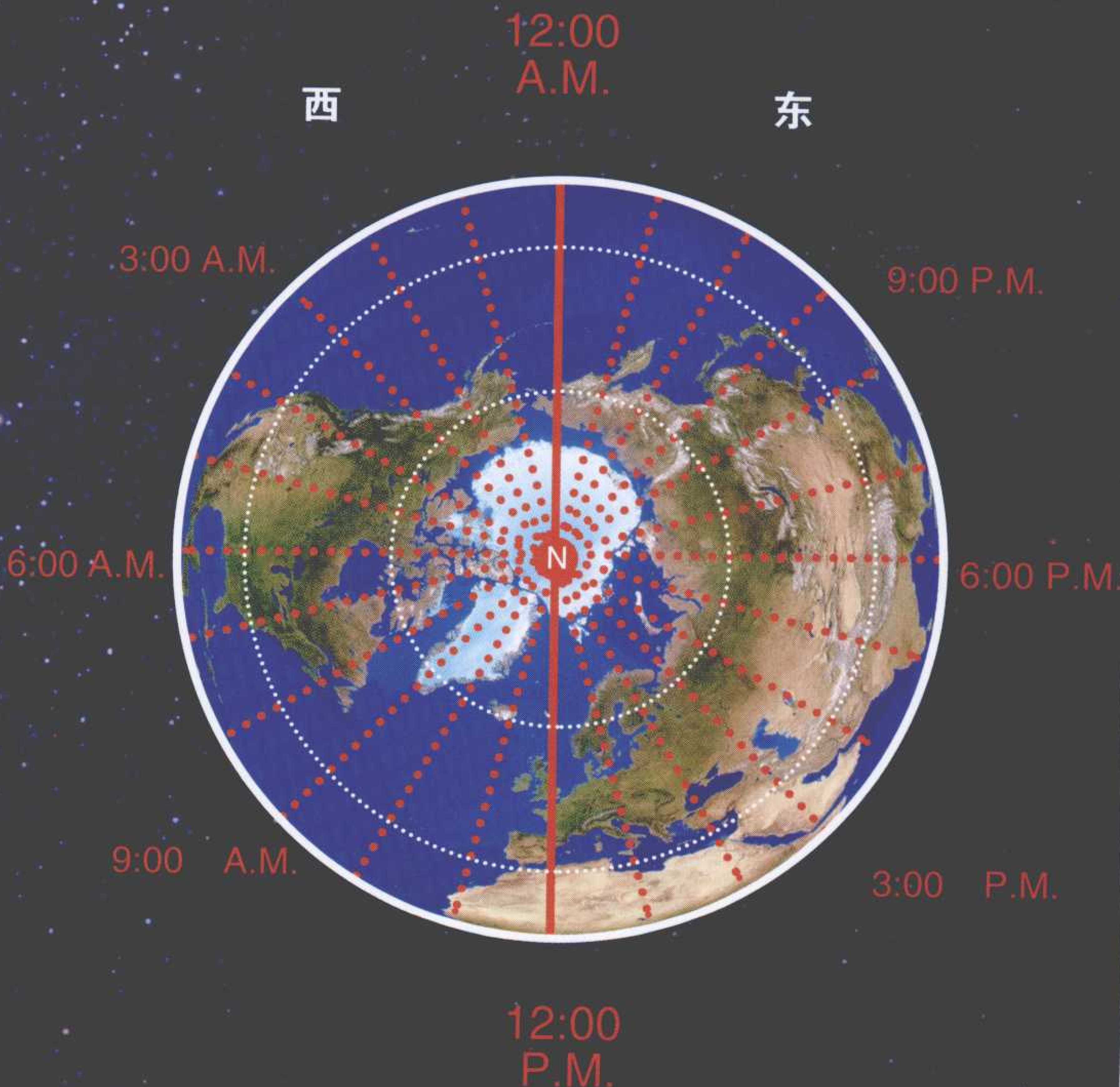
时区

地球被划分为24个时区。根据以英国格林威治本初子午线为基准的协调世界时，每个时区对应一个小时。从本初子午线向东，每过一个时区增加一小时，相反，每向西一个时区减少一小时。

时差反应

人体的生物钟与昼夜更替的明与暗的变化节奏是相对应的。长时间地向东或向西飞行会搅乱生物钟，人体就会出现一种叫做时差反应的紊乱现象。时差反应会引起疲劳、易怒、恶心、头痛和失眠等症状。

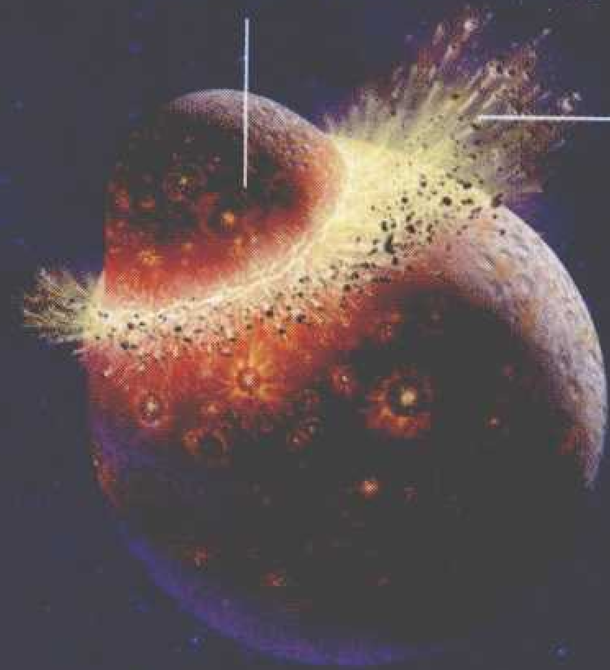




月球和潮汐

月球是地球的一颗天然卫星。有人觉得它浪漫，也有人觉得它恐怖；有人觉得它神秘，也有人认为那是迷信。月球拥有两面，但却总是隐藏一面。不管它到底被赋予什么样的象征意义，它是导致潮汐发生的原因之一却是事实。随着月球与地球间的距离的变化，月球对地球的引力会发生变化，由此产生高潮和低潮。水域面积越广阔，潮越高，封闭水域或小范围水域的潮高则相对较低。●

月球的起源
关于月球的起源，最广为接受的说法是，地球在其形成过程中曾受到一个火星大小物体的撞击。



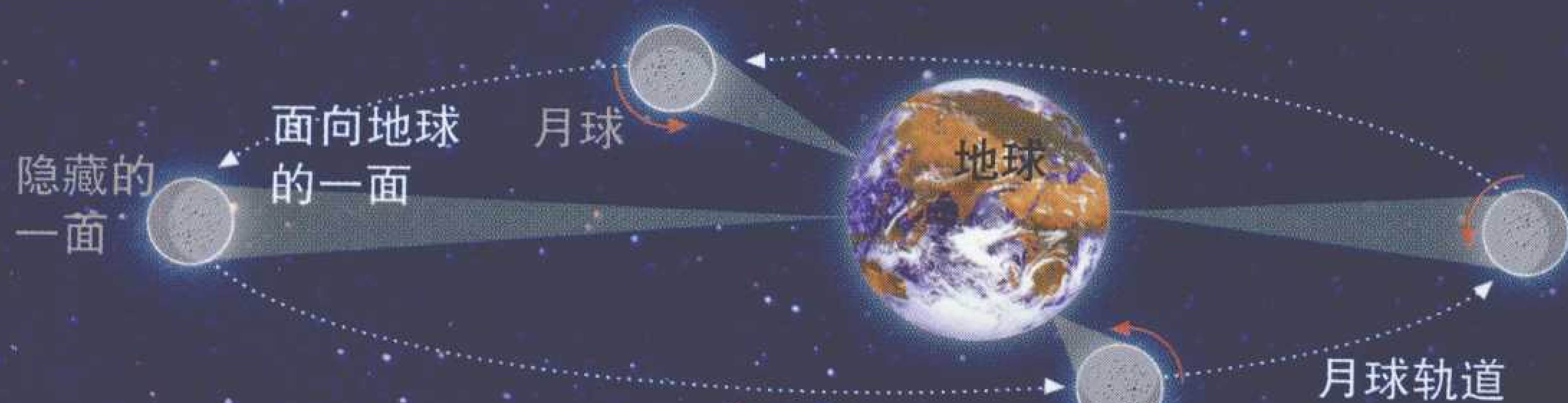
撞击中喷射到地球周围太空中的碎片随着时间的推移最终形成了月球。

月球的运动

月球在围绕地球转动的同时也在自转，这使得它永远以同一面朝向地球。

朔望月
月球完整的月相周期为29.53天。

恒星月
月球绕地球一周需要27.32天。



月球隐藏的一面
很长时间里，月球的这一面一直不为人所见，因而充满了神秘感。1959年，俄罗斯发射的“月球3号”探测器成功拍下了月球隐藏的一面的照片。由于这一面的月球地壳更为厚实，上面的月海较少。

月球的可视面
月球的这一面始终朝向地球，上面分布着很多暗色区域。

阿利斯塔克斯环形山
月球上最亮的点。

风暴洋
月球上最大的月海，但保存并不完整。

格里马尔迪环形山

伽桑狄环形山

湿海

潮汐

地球离月球最近的一面上的水感受到的月球引力最强烈，反之亦然，于是形成了追随月球环绕地球轨迹的潮汐。潮汐略领先于月球的运动轨迹，而非与之同步。

1 **新月**
大潮
当太阳与月球成一条直线时，地球上就会产生最高的高潮和最低的低潮。

2 **上弦月**
小潮
当月球与太阳和地球成直角时，地球上产生最低的高潮和最高的低潮。

3 **满月**
大潮
当太阳和月球再次连成一线时，太阳增强了月球引力，引发第二次大潮。

4 **下弦月**
小潮
月球与太阳再次形成直角，引发第二次小潮。

月球轨道
月球
地球轨道
太阳

太阳引力同样会对潮汐产生影响。

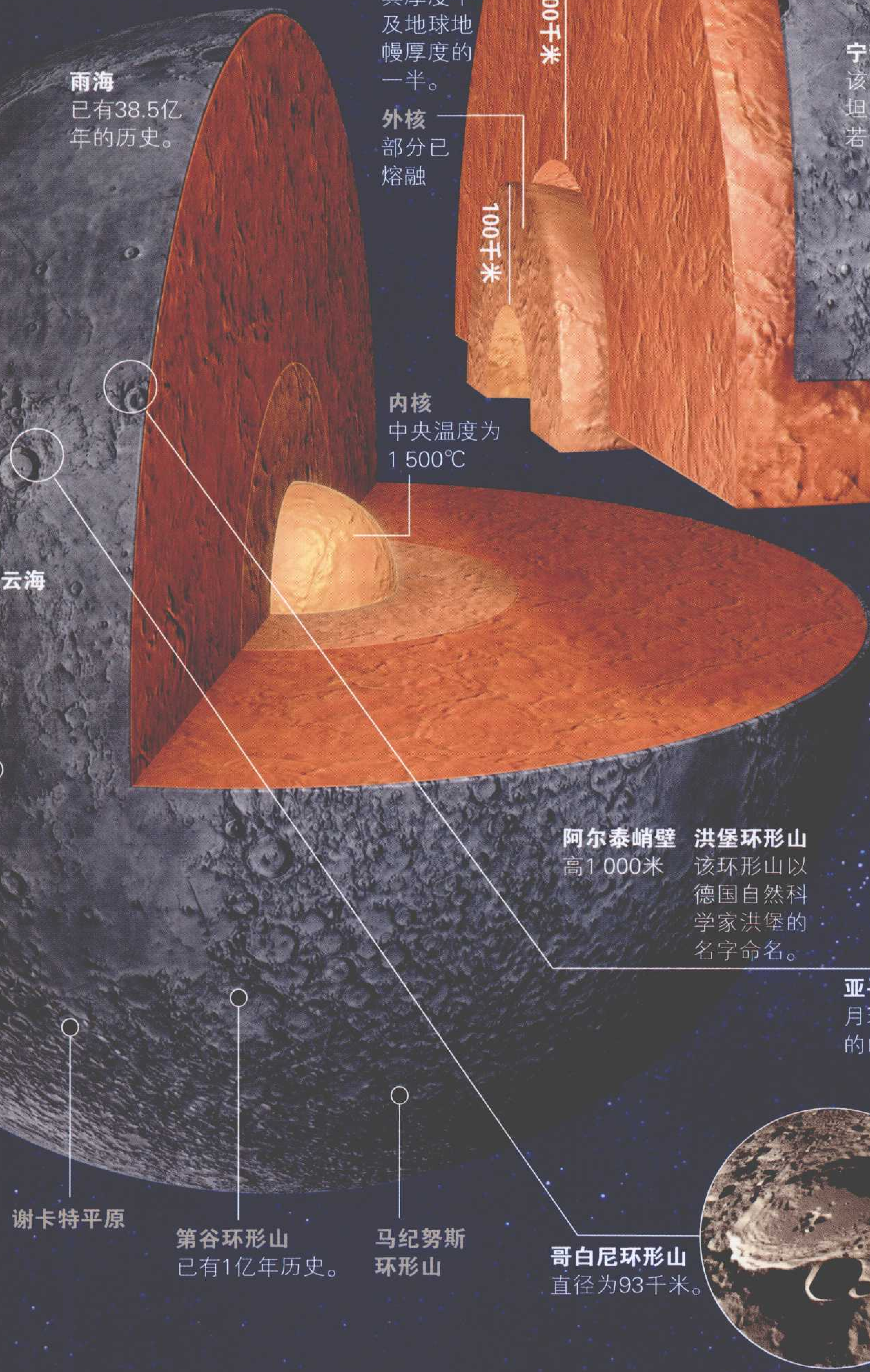
图例
- 月球引力
- 太阳引力
- 太阳引力对潮汐的影响
- 月球引力对潮汐的影响

月球内部结构

各种地震分析表明，月球的核心为固体或半固体。

3 476千米

月球的直径是地球直径的1/4。



特性

通用行星符号 

基础数据	
与地球的平均距离	389 400千米
围绕地球旋转周期	27.3天
赤道直径	3 476千米
轨道运行速度	1.02千米/秒
质量*	0.01
重力*	0.07
密度	3.34克/立方^{3}
温度	123℃（白天）/ −233℃（夜晚）
体积*	0.02

*地球=1

轴倾

5.14°

月球绕地球一圈需要27.32天。



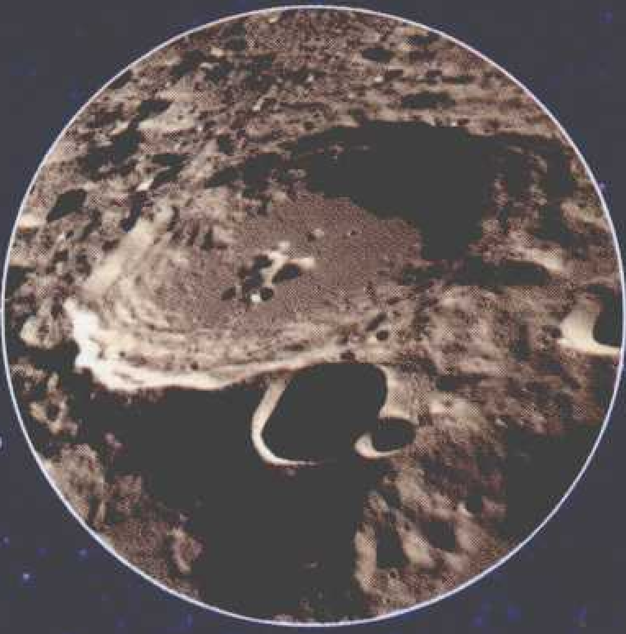
月球地形



古代天文学家在对月球进行观测之后得出结论：人们能够清楚地看到的月球上的黑色斑点可能是海，就如同地球上那样。月球上的这些黑色区域与其他明亮区域（即撞击坑最多的高地区域）形成鲜明对比。



山脉
陨星撞击月球表面时形成月坑，在这一过程中迸射出去的物质形成了月球上的山脉。

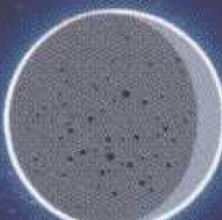


环形山
月球上环形山的直径从1米到1 000千米不等。它们是陨星以难以想象的力度撞击月球后产生的。

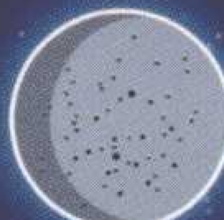
月海
月海的面积占月球表面积的16%，是火山熔岩流过后留下的。但如今月球上没有任何火山活动。

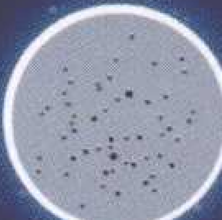
月相


新月


渐盈的娥眉月

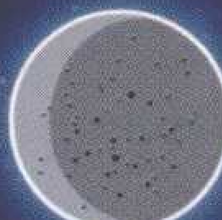

上弦月


渐盈的凸月


满月


渐亏的凸月


下弦月


渐亏的娥眉月

独一无二

月球是地球仅有的一颗天然卫星。

日食和月食

一年中月球、太阳和地球的中心连成一线的现象一般会出现四次，主要发生在满月或新月期间。每当这时，地球上的人们就会看到一种极其神奇的天象，即日食或月食。日食发生时，月球位于太阳与地球之间；月食发生时，月球位于地球背向太阳的一面。太阳（即使是日食期间的太阳）也不宜直接用肉眼观看。人们可以用高质量的滤光镜观看这一天象，或使用间接观测法观看，即将太阳的影像投射到纸上进行观测。日食为天文学家进行科学研究提供了很好的机会。

在地球上观察到的月全食

月全食之所以呈现橘红色，是太阳光线经过地球大气的折射和着色作用的结果。

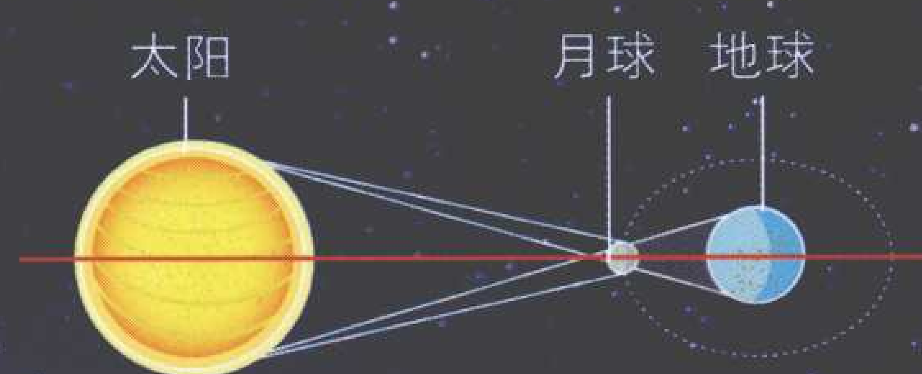


从地球上观察到的日环食

日食

日食发生在月球恰好运行至太阳和地球之间，并在地球上投下阴影的时候。阴影的中心椎体称作本影，其周围半明半暗的部分称作半影。地球上位于本影投射区域的观看者看到的是月盘已将太阳完全遮住的景象，即日全食；而位于半影投射区域的观看者看到则是月盘只将部分太阳遮住的景象，即日偏食。

排列



在日食期间，天文学家可以充分利用太阳被遮挡的时间，用特定的设备对太阳大气进行研究。

日食的类型



日全食
月球位于太阳与地球之间并形成一个圆锥形阴影。



日环食
太阳看起来比月球大，其周围部分依然可以看见。



日偏食
月球并未完全挡住太阳，从而使太阳看起来像一弯新月。

太阳光线

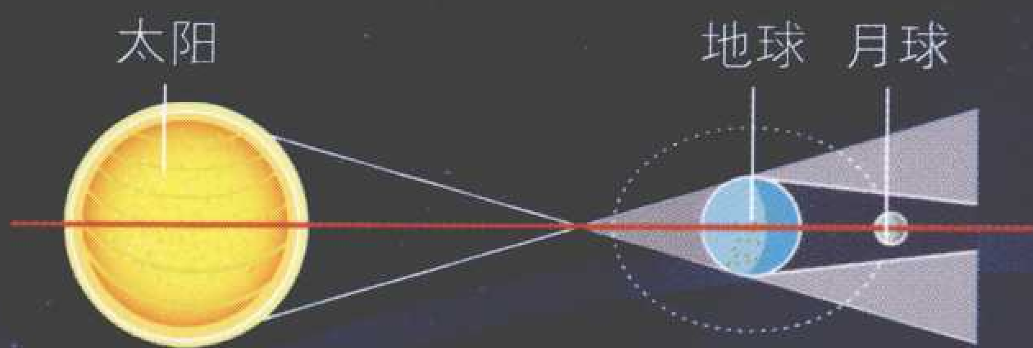
太阳表面
太阳表面比月球表面大
400倍。

太阳与地球之间的距离
太阳与地球之间的距离比地球离月球的距离远
400倍。

月食

月食发生在地球运行至满月和太阳中间之时（月食分为月全食、月偏食和半影月食）。月食发生时，如果没有地球大气，月亮会完全看不见（但这是从未发生过的事情）。月全食特有的微红色是地球大气反射太阳光的结果。而在月偏食发生时，只有部分月球位于影锥中，其余部分则位于半影中，即最靠外、最暗淡的部分。用肉眼直接观看月食不会有什么危险。

排列



月食期间，月亮并非完全不可见，而是呈现微红色。

月食的类型

月全食 此时，月球完全位于影锥中。

月偏食 此时，月球的一部分位于影锥之内。

半影月食 此时，月球位于半影锥内。

月球轨道

影锥

全食

偏食

半影月食

半影锥

影锥

新月 全食

地球

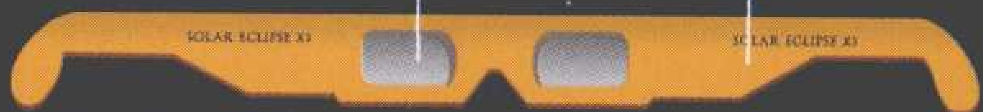
地球轨道

日、月食周期

日、月食的发生以223个朔望月为一个周期（约合18年零11天），这个周期被称作沙罗周期。

一年中的日、月食次数			一个沙罗周期内的日、月食次数		
2	7	4	41	29	70
最少	最多	平均	日食	月食	共计

从地球上观测



过光密度为5.0的黑色高分子滤光镜能够清晰地呈现橙色的太阳影像。

避免视网膜被灼伤

日食

每位观测者看到的日食景象都不尽相同。

最长持续时间

8分钟

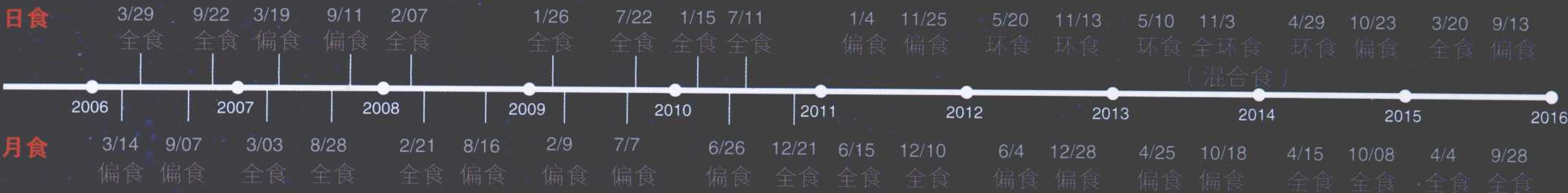
月食

所有观测者看到的月食景象都是相同的。

最长持续时间

100分钟

2006年及以后的日、月食出现情况



观测宇宙



天文学是应人类衡量时间和季节、标记最佳种植时间的需求而发展起来的。在古代，对星星的研究与迷信及礼仪相关。这些在英格兰南部发现的史前巨石纪念柱就是一个具体的例子。现在，得益于新技术的发展，比如设置

史前巨石柱

史前巨石柱位于英格兰威尔特郡，建于公元前3000年—公元前1520年，前后分为数期完成。这些巨大石柱的位置与月亮和太阳有关。

天文理论 82-83
繁星点点 84-85
天体制图学 86-87
后花园里的观测 88-89
“四眼巨人” 90-91



在地球不同方位的巨大望远镜，我们已经发现了很多关于宇宙的新知识。在智利建造的天文学家的新装备——VLT甚大望远镜，就是人类试图寻找太阳系之外的有生命行星计划的一部分，因为很多天文学家猜测，地球并不是唯一拥有生命的行星。●

天文理论

有很长一段时间，人们认为地球是静止不动的，而太阳、月亮和其他星球都围绕地球运行。为了对天空及其运动进行研究，人们开始制造各种仪器，如星盘、浑天仪和望远镜等。望远镜改变了人们对宇宙的认识：地球不是宇宙的中心，而是和其他行星一样，都在围绕太阳转动。曾有一段时期，罗马天主教会反对这一说法，大肆迫害持不同意见的天文学家，并禁止传播他们的理论。

地心说

在发明望远镜、双筒望远镜和现代天文台之前，人们对地球所知甚少。很多人相信，地球是固定不动的，而且太阳、月亮和其他五个已知星球都环绕地球运行。公元2世纪，埃及天文学家克劳狄·托勒密对众多古希腊天文学家的天文学观点（尤其是提出了地球是宇宙的中心，其他天体都在围绕地球运动这一理论的亚里士多德的观点）进行了汇总编撰，在他的努力之下，地心说得到进一步发展。虽然阿利斯塔克斯和其他一些天文学家都曾提出地球是球体且围绕太阳运行的观点，但在长达16个世纪的时间里，亚里士多德的观点仍然一直被人们当作真理。在这期间，罗马天主教会在维护亚里士多德的观点方面起到了重要的作用。

测量

古文明时代，人们发现太阳、月亮和星辰都进行着周期性的运动，因此可以将天空当作时钟和日历来使用。为了制定精准的历法，古代天文学家必须通过复杂的计算来预测星辰的位置，但他们在这方面遇到了很多的难题，直到星盘这种实用的工具被发明出来。星盘是一种刻有天球的二维视图圆盘，通过它可以测量各种天体的高度。



时间
左图中为古代波斯人使用的一种星盘。对那时的波斯人而言，天文学就是指导他们农耕的历法。

宇宙学的代表人物

2世纪
托勒密
（100—170）
托勒密将众多古希腊天文学家的学说汇总并编撰成两本书籍，使得这些观点得以复苏。在长达几个世纪的时间里，他的观点一直处于无可争议的统治地位。

16世纪
哥白尼
（1473—1543）
这位波兰天文学家认为太阳才是宇宙的中心，并著有《天体运行论》一书。他的理论为现代的天文学奠定了基础。

17世纪
开普勒
（1571—1630）
德国天文学家，他相信哥白尼的日心说并提出了行星运动三大定律。正是受到开普勒三定律的鼓舞，伽利略也公布了自己的研究结果。

日心说



1543年，就在去世前几个月，哥白尼出版了《天体运行论》一书，以此揭开了哥白尼革命的序幕。这位波兰天文学家提出了与地心说相悖的日心说。哥白尼的新理论颠覆了传统观念中太阳与地球的关系，指出太阳是宇宙的中心，而地球仅是太阳众多卫星中的一颗。哥白尼论证说，各个天体都处在无休止的环形轨道运动中。他认为，既然人类认定宇宙和所有天体都是球形的，那么它们的运动轨迹也应该是圆形的，并且是统一的（托勒密的天动学说认为行星的运动轨迹无规律可循）。哥白尼详细论述到，由于行星的运动看起来并不规则，所以地球必定不是宇宙的中心。他的这些观点与罗马天主教会所倡导的观点恰好相反。事实上，不管是罗马天主教徒还是新教徒，都在极力镇压上述思想。例如，罗马天主教会就曾对倡导哥白尼理论的伽利略进行审判，并强迫他宣布放弃自己的观点。



伽利略的天文望远镜

据说，最早的望远镜是1609年由荷兰眼镜制造商汉斯·利珀希发明的，只是当时这一发明并未真正应用于科学研究。后来，伽利略对利珀希的望远镜进行了改良，并用它来观察各种天体。伽利略的第一台望远镜由一个皮管及其两端的透镜（一端为凸透镜，另一端为凹透镜）组成。这台望远镜最多能将物体放大30倍。正是通过这台望远镜，伽利略发现了太阳表面的缺陷（太阳黑子）与月球上的山脉和环形山，并观测到了围绕木星运行的四颗卫星。



太空旅行者

多年以后，人类在科学技术方面取得了巨大的进步，人们开始意识到仅在地球表面对太空进行观测是不够的。1959年人类发射了第一颗宇宙探测器，这台自动设备飞向月球，并用照片记录下月球背面隐藏已久的面容。接着，“旅行者1号”和“旅行者2号”探测器先后对木星、土星、天王星和海王星进行了探测，成为人类太空探测史上新的里程碑。2005年，“旅行者1号”到达边界激波区域，即太阳系的前沿，代表着人类所探测到的最远区域。每颗“旅行者”系列探测器上都载有一张被称作《地球之音》的金唱片，其中收录了代表地球上各种生命的声音及图像。

17世纪

伽利略
（1564—1642）

伽利略发明了世界上第一台望远镜。他用这台原始的设备观测到了太阳黑子、木星的四颗卫星、金星的相位和月球表面的环形山。



17世纪

伊萨克·牛顿
（1642—1727）

伊萨克·牛顿进一步发扬伽利略的观点，并提出万有引力定律，认为地球和各个天体的运动都遵循相同的自然规律。



20世纪

埃德温·哈勃
（1889—1953）

从1929年起，哈勃开始研究星系的膨胀问题，为人类了解宇宙的实际规模和精进宇宙大爆炸理论奠定了基础。



繁星点点

星座由一组组恒星构成，每个星座代表一种动物、神话人物或其他一些形象。古文明时代的人们发明了星座，并将其用作观察天空的参考点。天空中共有88个星座，虽然每个星座中的恒星看似彼此相连，但它们的距离其实很远。而且，从地球上的任何一个地点看去，并非所有星座都会在同一时间出现。



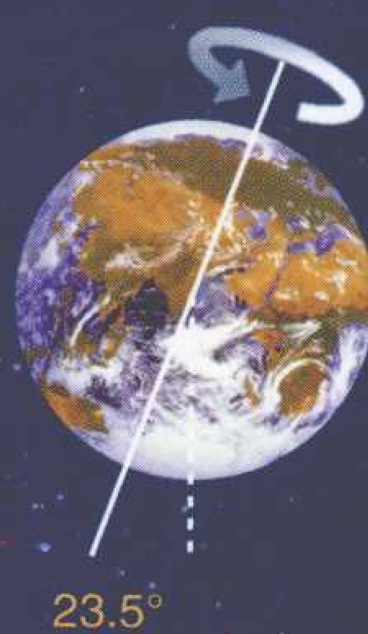


起源

西方文化中的星座历史可以追溯到古美索不达米亚人完成第一次天文观测的时候。我们继承的星座学主要源自希腊罗马文化，这就是星座多以古典神话中的人物命名的原因。最早的一批星座得名于16世纪。较晚确定的星座则多以科学技术或世界各地的奇异动物群命名。

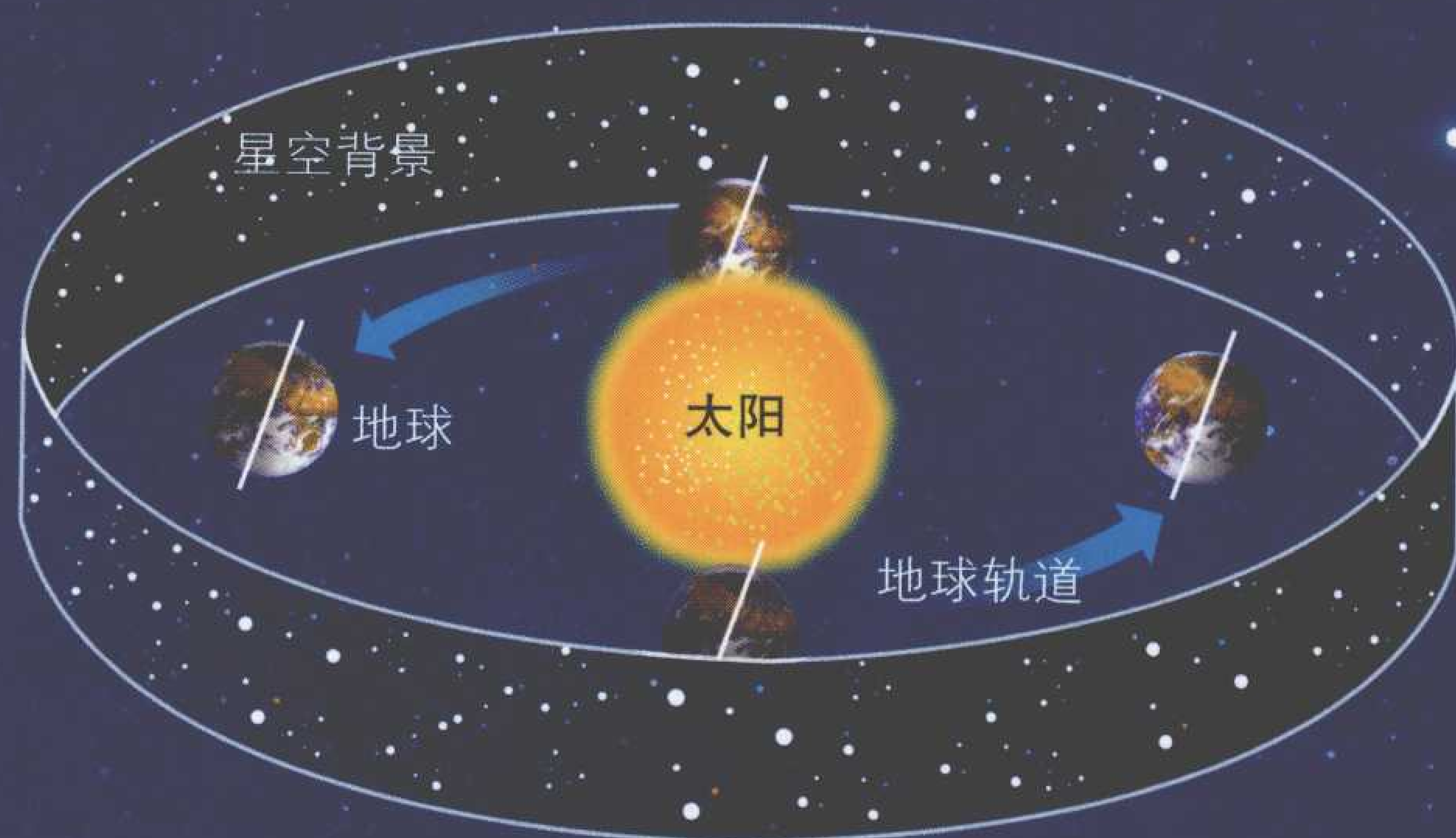
星座的数量为

88个



天空的变化

地球绕太阳运行一周需要一年的时间。随着地球在轨道上的运动，夜空会发生变化，使地球上的人们能够在不同的时间看到它的不同部分，这就是某些星座只在一年中的一段时间里出现的原因。此外，不同的星座会出现在不同的纬度，只有靠近赤道区域的人才能有幸看到全部88个星座。



狮子座
头部和尾部的恒星最亮，其中一等星轩辕十四最为耀眼。

巨蟹座
黄道十二宫中最不起眼的星座。

双子座
北河二与北河三构成双子座的头部。

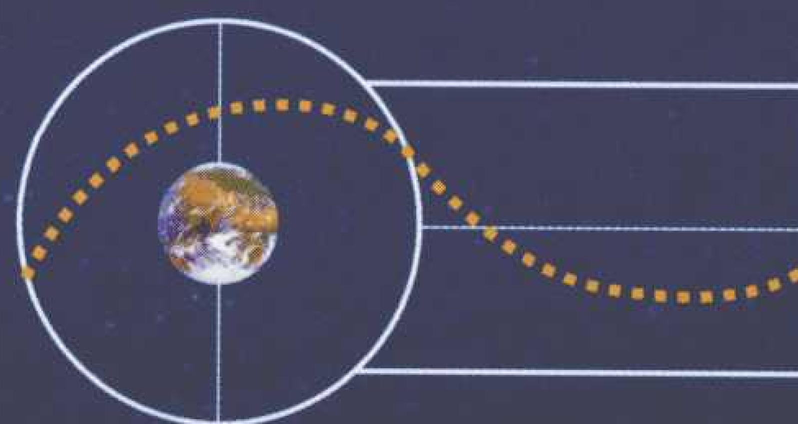
金牛座
几乎不用双筒望远镜就能看到它。其最亮的毕宿五星是红色的。

白羊座
白羊座仅有一颗非常明亮的星，名叫娄宿三"Hamal"，该词在阿拉伯语中的意思是"绵羊"。

双鱼座
双鱼座并不那么引人注目，它没有非常明亮的恒星。

黄道十二宫星座

13个相关星座位于一个椭圆形的环状带上，从地球上观看，这条带子正好位于太阳的运行轨道上，因此被称作黄道十二宫。其中的12个星座长期以来一直是占星术的基础，但第十三个星座——蛇夫座，却被占星师忽略不计。



观测星座

南北半球的天文观测者都可看到黄道十二宫。在北半球较难看到南部诸星座，如天蝎座；而南半球较难看到北部诸星座，如双子座。

神话人物

从古时候起，星群就常与动物形象联系起来。金牛座就因为形似公牛而得名。猎户座、仙后座、仙女座和英仙座则均以希腊神话中的悲剧角色命名。

觜宿一

参宿五

参宿三

参宿二

参宿一

参宿六

参宿七

猎户座ο星

猎户座π2星

猎户座π3星

猎户座π4星

猎户座π5星

猎户座π6星

不同的文化

在古代，每一种文化都有一些只在这种文化中被认可的星座。中国人虽然只对一小部分星座进行了研究，但却比较精细，因此定位信息更为精准。不同文化对相同星座的命名也不一样。美索不达米亚人、希腊人、罗马人、中美洲人和大洋洲人对天蝎座的命名就各不相同。

天蝎座
在希腊罗马神话中，猎户座与天蝎座有着紧密的联系。猎户奥利安（Orion）是一位英俊而有魅力的猎人。



大熊星座
这个星座所代表的熊与普通的熊不太一样，它的尾巴很长。实际上，星座的形状与其同名的形象能完全匹配的很少。



半人马座
这个星座的同名形象是希腊神话中的半人半马怪物。为了恢复视力，它曾追随奥利安。



13

蛇夫座
虽然它是与黄道十二宫相关的第十三个星座，但并不是黄道十二宫的一部分。3千余年前占星术兴起时，该星座离黄道十二宫还相当远。

巴比伦

古巴比伦人在两千多年前就开始研究黄道十二宫，以此计算时间，将其作为日历使用。

天秤座
天秤座曾经被看作是天蝎座的一部分。

人马座
位于银河系的中央，充满了星云与星群。

水瓶座
有球状星团和星云，通过双筒望远镜可以看到。

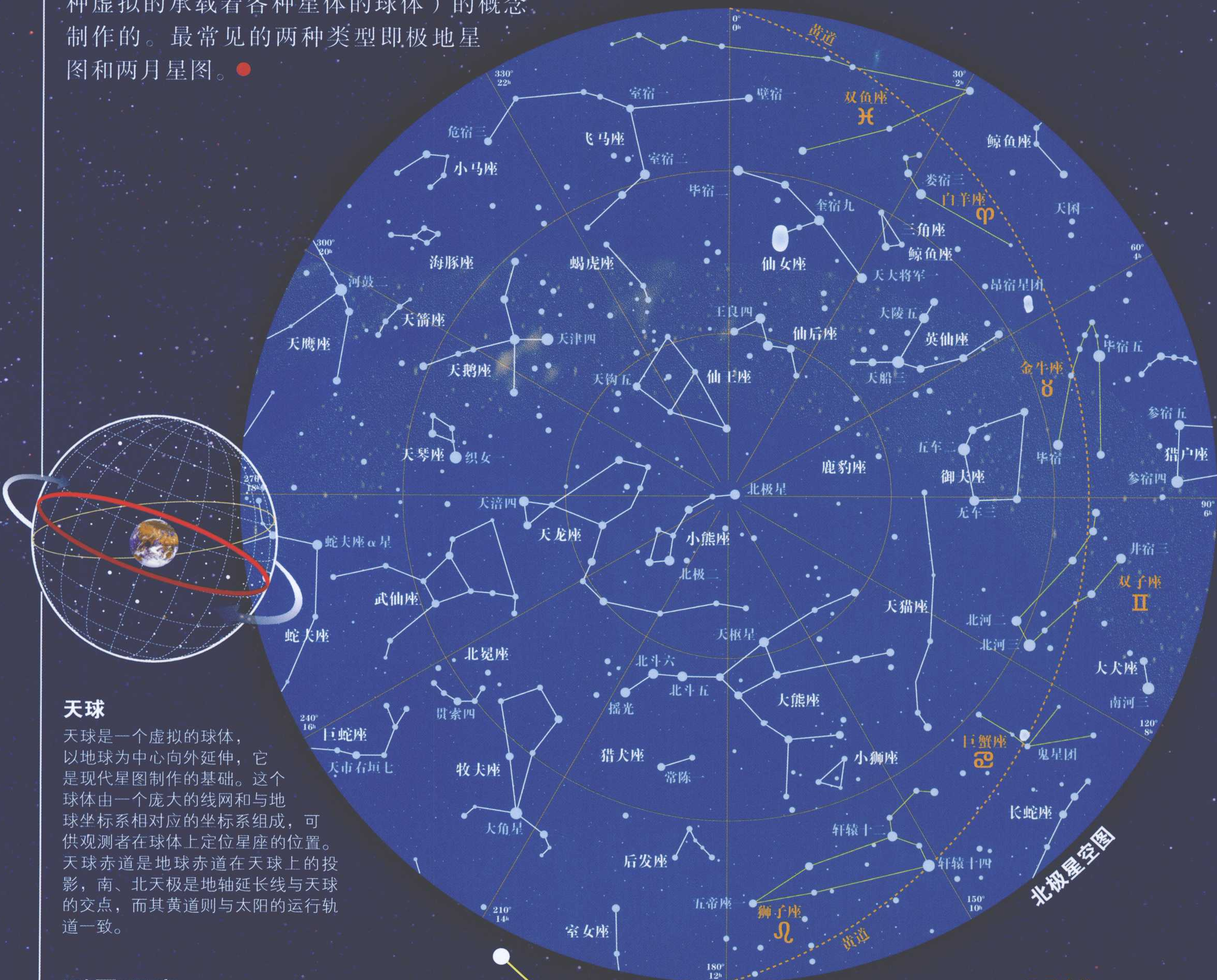
摩羯座
最不起眼的星座之一。

天蝎座
与银河系的方向一致，其最亮的星叫心大星。

处女座
处女座拥有数颗非常明亮的恒星。

天体制图学

就像在地球上地图能够帮助我们找到这个星球表面的位置一样，星图通过使用类似的坐标系能够指明不同的天体及其位置。球体投影图（或星轮）就是基于天球（即一种虚拟的承载着各种星体的球体）的概念制作的。最常见的两种类型即极地星图和两月星图。



天球

天球是一个虚拟的球体，以地球为中心向外延伸，它是现代星图制作的基础。这个球体由一个庞大的线网和与地球坐标系相对应的坐标系组成，可供观测者在球体上定位星座的位置。天球赤道是地球赤道在天球上的投影，南、北天极是地轴延长线与天球的交点，而其黄道则与太阳的运行轨道一致。

测量距离

对于已在天空中定位的星体或星座，使用我们的手和手臂便可进行简单的测量。如第一幅插图所示，一根伸出的手指能够与观测者的视线构成一个1°角，可以用来测量星体与星体之间的短距离。合拢的手掌形成10°角，而张开手掌形成20°角。

满月

北斗七星

飞马座的大四方形

一根手指

合拢的手

张开的手

如何看懂天图

为了更精确、更系统地对天空进行研究，天文学家把天球分割成若干区域。每一张星图能展示某一固定时间和地点观测到的特定区域，也有星图专用于标示某一特定位置。在地球上，人们用经度和纬度构成的坐标系表示地球表面的某一点的位置，而天球上的赤纬和赤经就相当于地球的纬度和经度。对于赤道上的观测者来说，天球赤道就位于他们的头顶上方。

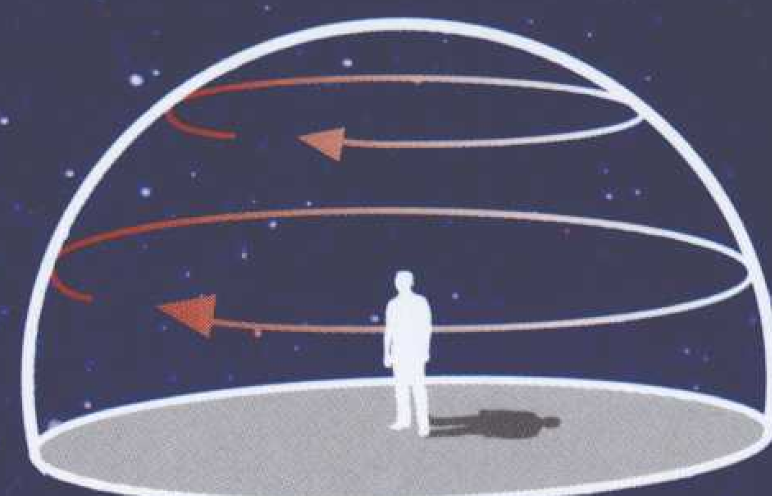


南极星空图

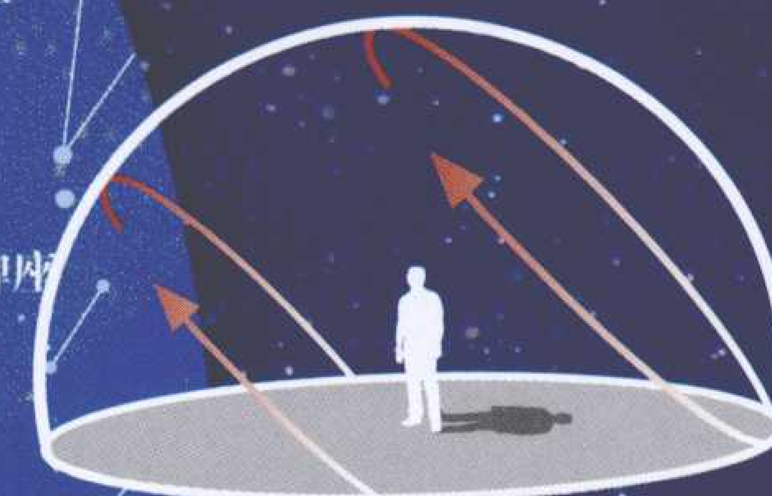
星宿一

星体运动

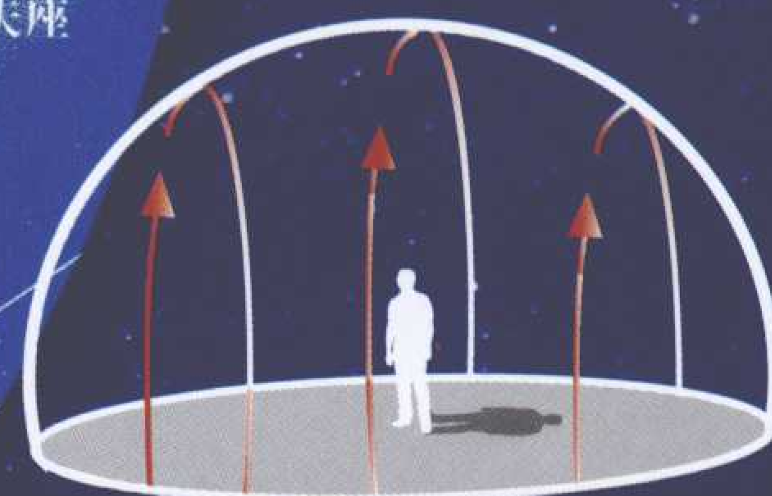
观测者能观测到的天球的区域和星体运行的方式取决于观测者所在的纬度。随着观测者的位置自北向南移动，其可观测到的天球区域也会发生变化。北天极或南天极的地平线以上的海拔高度决定了天空中星体的视运动形式。



两极
这个星座的同名形象是希腊神话中的半人半马怪物。为了恢复视力，它曾追随奥利安。



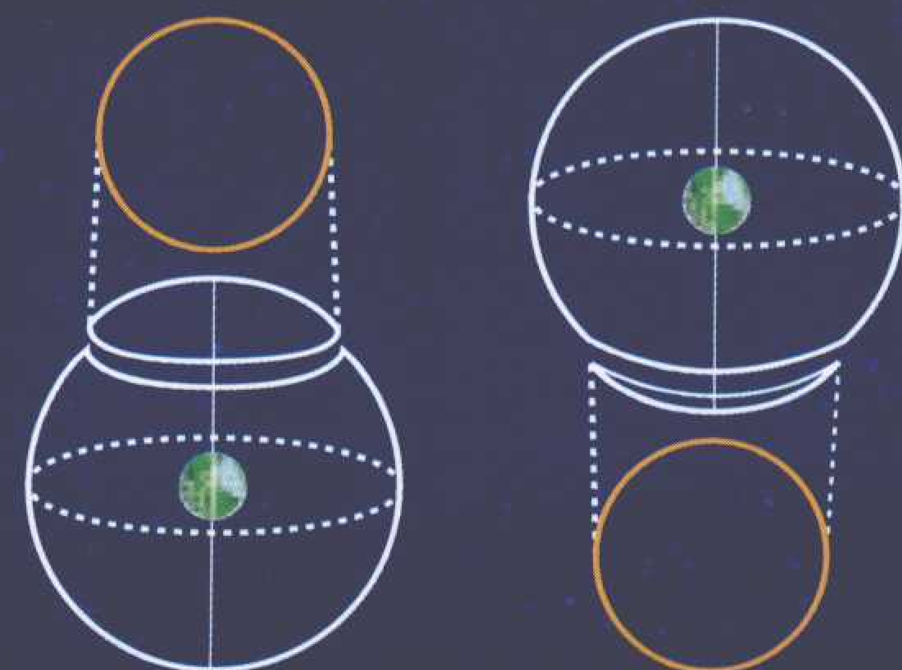
中纬度地区
在这些地区，有些星体常年可见，有些则只出现在固定的几个月中。



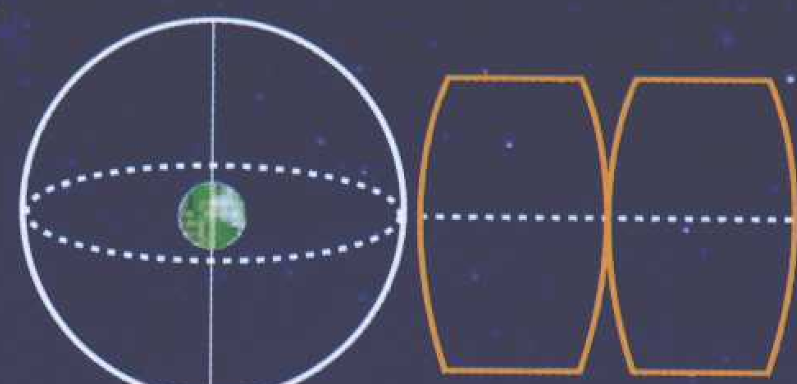
赤道上
星体常年可见，并呈东升西落的运动趋势。

不同类型的星空图

一年中，可见星座总是在不断地变化，这是地球围绕其轨道运转的结果。由于地球在其轨道上的位置在不断变化，地球处于夜晚的一面所面对的太空区域也会不断变化。为了弥补移动透视图的缺憾，科学家绘制出多种平面天球图，包括南极、北极极地星空图和两月赤道图等。



极地星空图
整个天球一般会被划入两幅极地星空图：北极星空图和南极星空图。



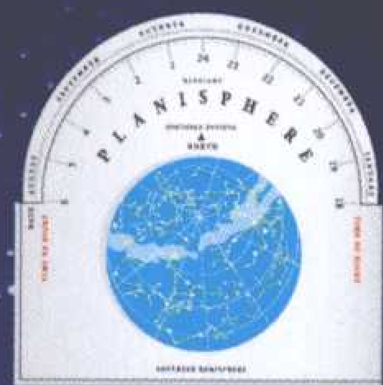
赤道星空图
人们用六张两月星空图来描述所有的88个星座。在赤道地区，这些星座常年可见。

后花园里的观测

观星并不是一件难事。很多人在学会定位天体的位置之后发现，这个爱好总能带给人无穷的惊喜。在星图的帮助下，你可以识别各个星系、星云、星团、行星及其他一些天体。它们都是宇宙中的瑰宝，有的用肉眼就能看得到，有的则需要借助双筒望远镜甚至更精密的望远镜。能够熟知夜空是一件非常有益的事情。

基本要素

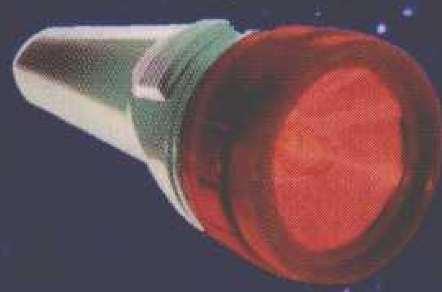
在观察夜空之前，你必须准备好所有必需品。充分的事前准备能帮助你保护眼睛，使它们在已经适应黑夜的状态下免受强光刺激。除了双筒望远镜、星图和笔记本，别忘了带上暖和的衣服、舒适的座椅和一些喝的东西。



星图



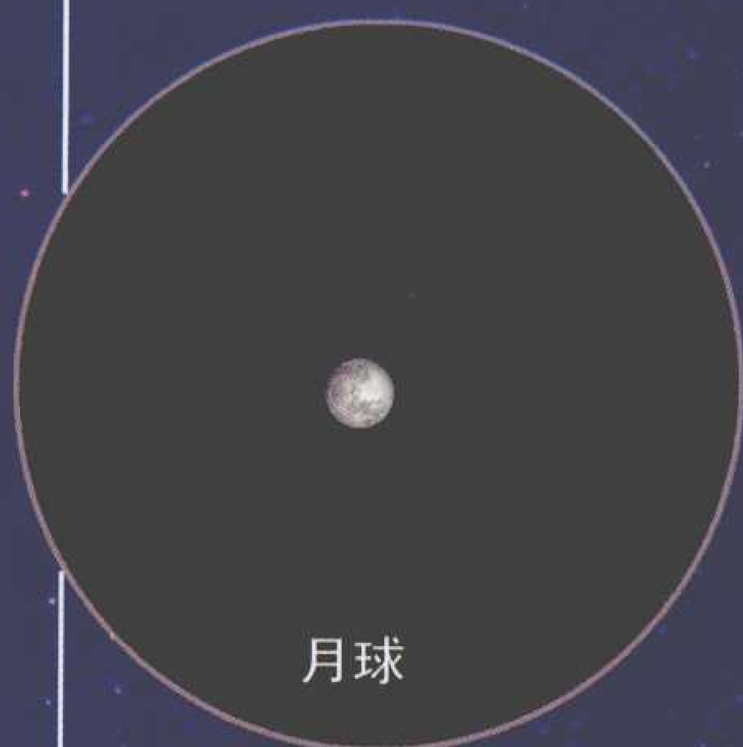
指南针



带有红玻璃纸的手电筒

观察月球的方式

望远镜的放大倍率不同，会使观察到的月球和其他星体的面貌也不同。在一些情况下，你可以用肉眼观察月球，也可以使用双筒望远镜或单筒望远镜进行观察。



普通视图



双筒望远镜视图



单筒望远镜视图

星座的移动

由于地球的自转，夜空中的行星和其他星体看上去都在自东向西运动。在北半球的人们看来，南部的猎户座呈自左向右的运动状态，它一般出现在每年的11月至次年3月。



镜筒

镜管

三脚架适配器

调焦轮

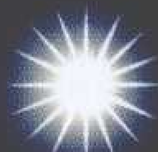
调焦目镜

调节螺旋

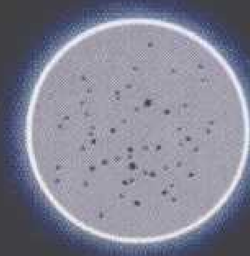
可观察到的物体



天空非常热闹，这里不光有各种星体和行星，还有很多卫星、飞机、彗星和陨石。幸运的是，人们可以通过其外貌和运动状态识别它们。



流星
总是以光的形式快速闪过，其持续时间不到一秒钟。



月球
人们能够在大多数的夜晚看到月球被照亮的一面，至少能看到它的一部分，新月前后除外。



金星
一般在傍晚或黎明时出现在地平线以上。



卫星
较大的卫星甚至比某些恒星还明亮。有些卫星穿越天空的时间较长。

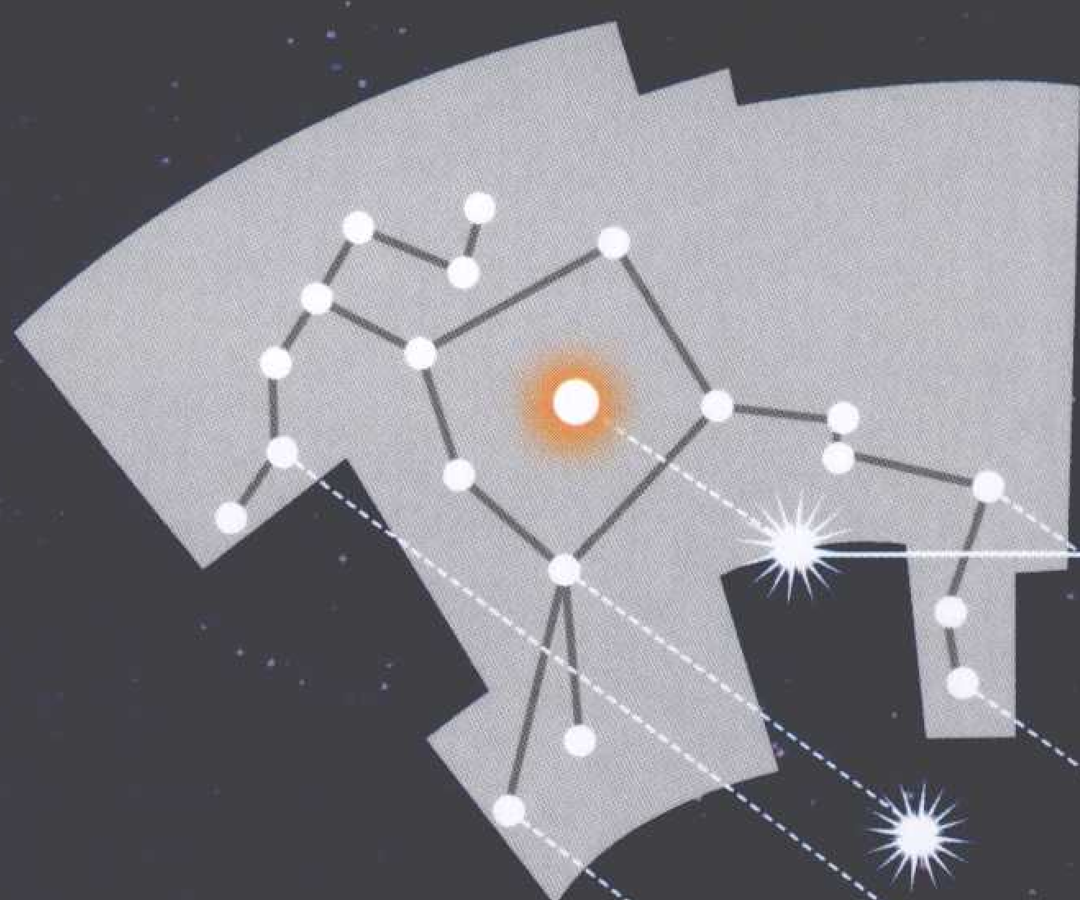
彗星
肉眼能够看到的彗星每一两年出现一次，可视时间可持续几周甚至几个月之久。

物镜

棱镜

平面透视图

星座由一组恒星组成，并在某个角度上看去呈现为一种特定的形状。尽管同一星座的星体看似彼此相连，但实际上它们相隔很远。



距离地球
17 000光年
半人马座
ω星团



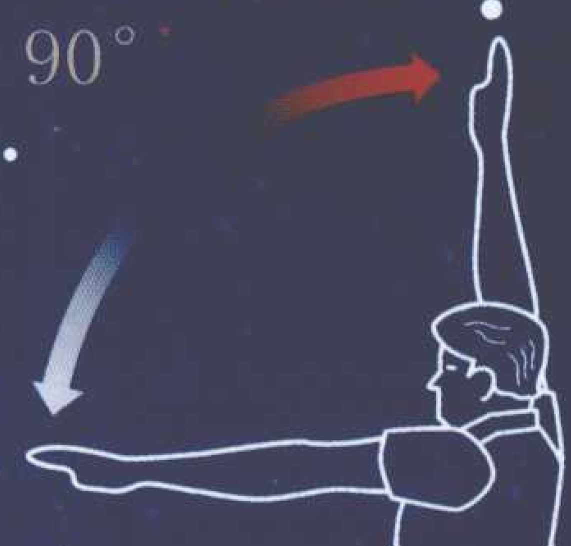
距离地球
4.2光年
半人马座α

测量方法



球体投影图为圆形星图，用于定位天球上天体的位置。在识别某一特殊天体时，你可以靠手臂和身体与地平线的关系来测定其方位和高度。

高度的测量

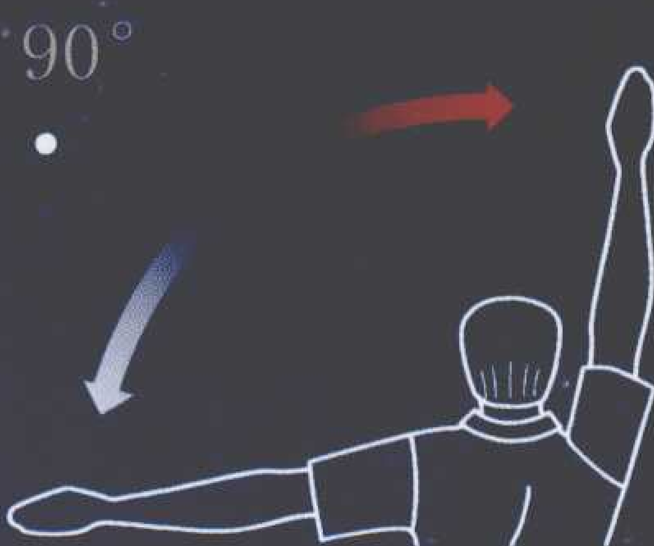


以地平线为起点，伸出你的一只手臂，直到它与你的另一手臂成90°直角。

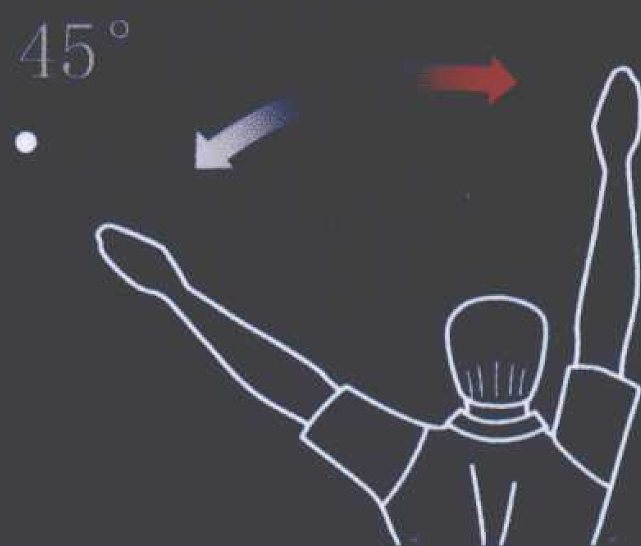


45°角
将手臂向上抬起，停留在从水平线抬起的中途位置。

方位的测量



球体投影图能够表明一个星体的主方向。将手臂置于呈90°角的位置，以南或北为基准。



将手臂放在呈45°角的位置能够定位西南方向的星体的位置。将方位角和手臂测得的星体高度相结合。

“四眼巨人”

位于智利安托法加斯塔的巴拉纳尔天文台是世界上最先进的天文台之一。该天文台有4台同型号的大型望远镜，它们具有充足的聚光能力。利用这些望远镜，观测者连放在月球表面的蜡烛的火焰也看得到。这套由数字摄像机、反射镜等器材组合而成的复杂设备群就安装在4座数百吨重的金属结构中。独特的甚大望远镜（VLT）主要由来自14个欧洲国家的成员组成的科学小组操作运行。他们的目标之一就是寻找围绕其他恒星运行的新世界。

圆屋顶
它的保护层能够通过热感应器感知天气的变化。

气候条件

巴拉纳尔山位于阿塔卡玛沙漠最干旱的地区，但该区域内的天文观测条件却异常优越。这座山高2 635米，一年中的无云夜间达350天。

气压	空气密度
750 豪巴	0.96 千克/米³

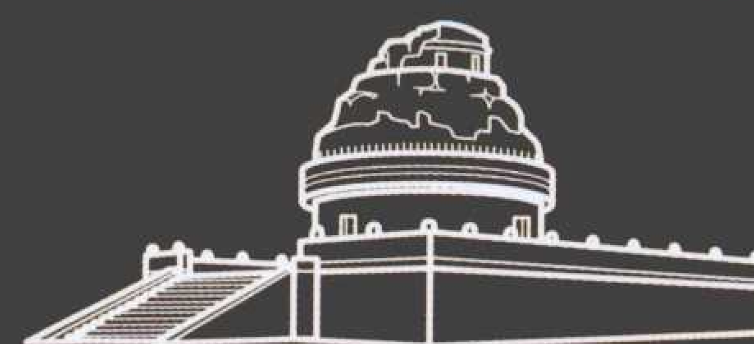
平均温度	湿度
-8~25℃	5%~20%



浑天仪
公元前225年，厄拉多塞发明了西方最早的浑天仪，当时主要用作教学工具。中世纪时，在丹麦天文学家第谷·布拉厄的推动下，浑天仪得到普及。

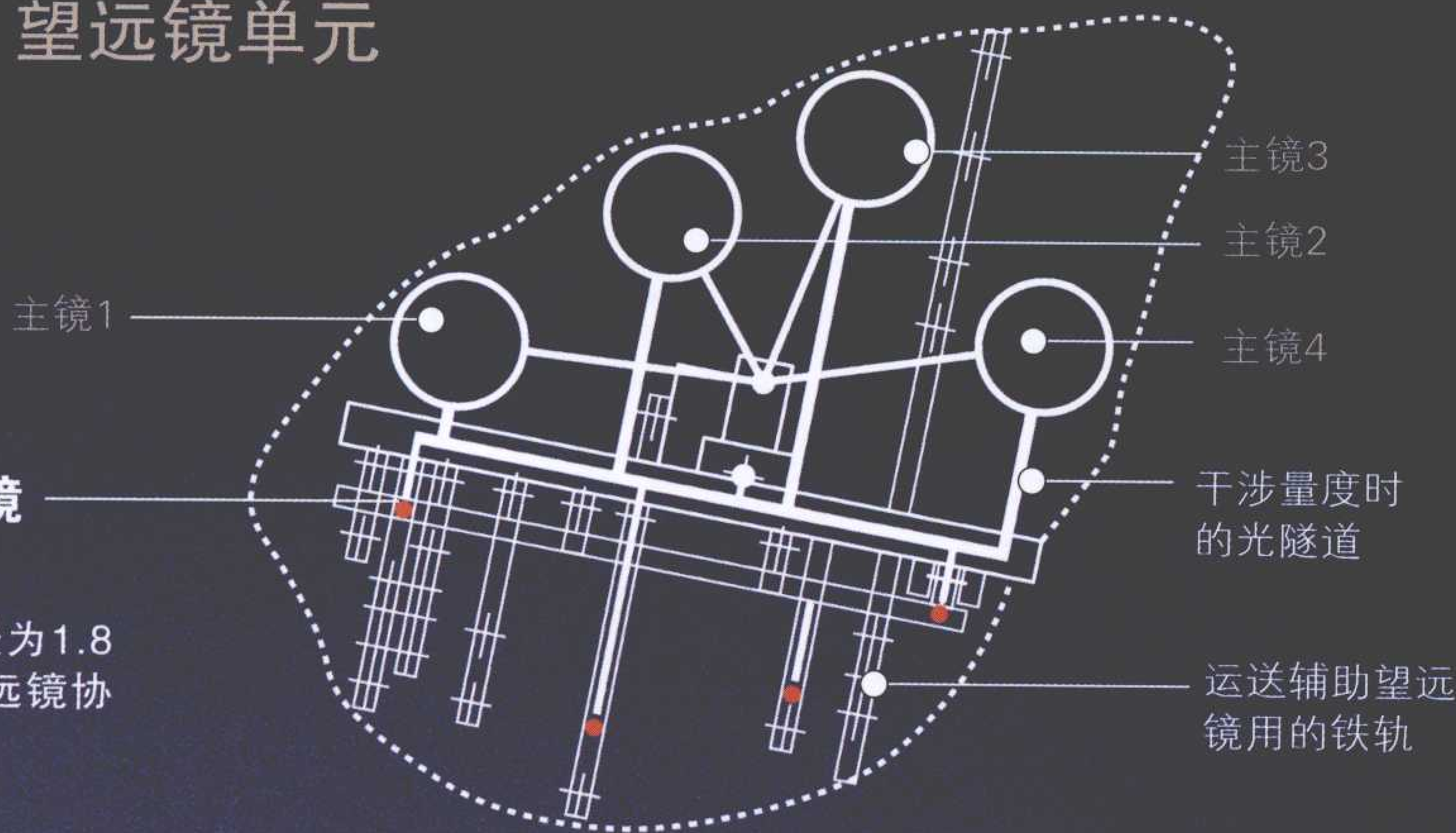


前3000年—前1520年
巨石阵
位于英格兰的威尔特郡，是新石器时代的天文神殿。



1000年
埃尔卡拉科尔天文观象台
这座天文观象台位于奇琴伊查的玛雅古城遗址中，曾被用于祭拜太阳、月亮和金星。

望远镜单元



辅助望远镜（AT）

设置4台直径为1.8米的辅助望远镜协助干涉量度。

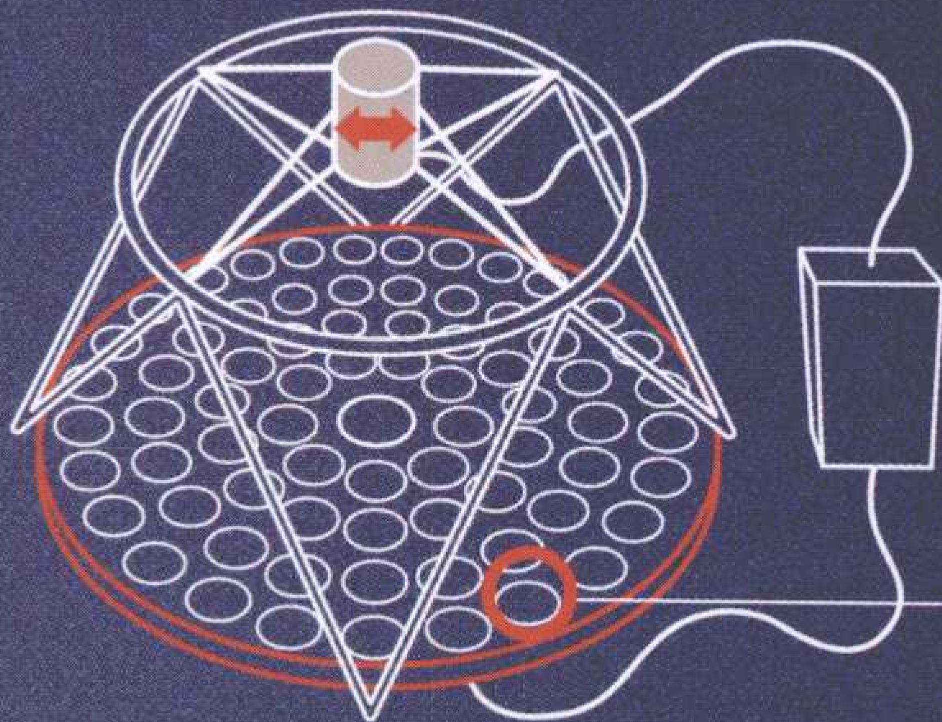
望远镜

甚大望远镜的最大特色在于它的创新式光学设计。自适应及主动光学设备能使望远镜的分辨率达到类似于从太空观测可能达到的水平。

次镜
直径1.2米

机械结构

主动光学设备



150个活塞单元

巴拉纳尔天文台

欧洲南天天文台（简称欧南天文台）的甚大望远镜位于智利阿塔卡玛沙漠北部的巴拉纳尔山上。2006年建成的该天文台拥有四台8.2米口径的反射式望远镜，能够观测到亮度只有人的肉眼可见光四十亿分之一的目标。此外，该天文台还拥有4台1.8米口径的可移动式辅助望远镜，它们和4台甚大主望远镜搭配可共同模拟直径16米镜片的光线采集能力（口径可达到200米的望远镜的分辨率），足以使观测者观察到月球上的宇航员。上述技术被称作射电干涉量度法。

总平面面积

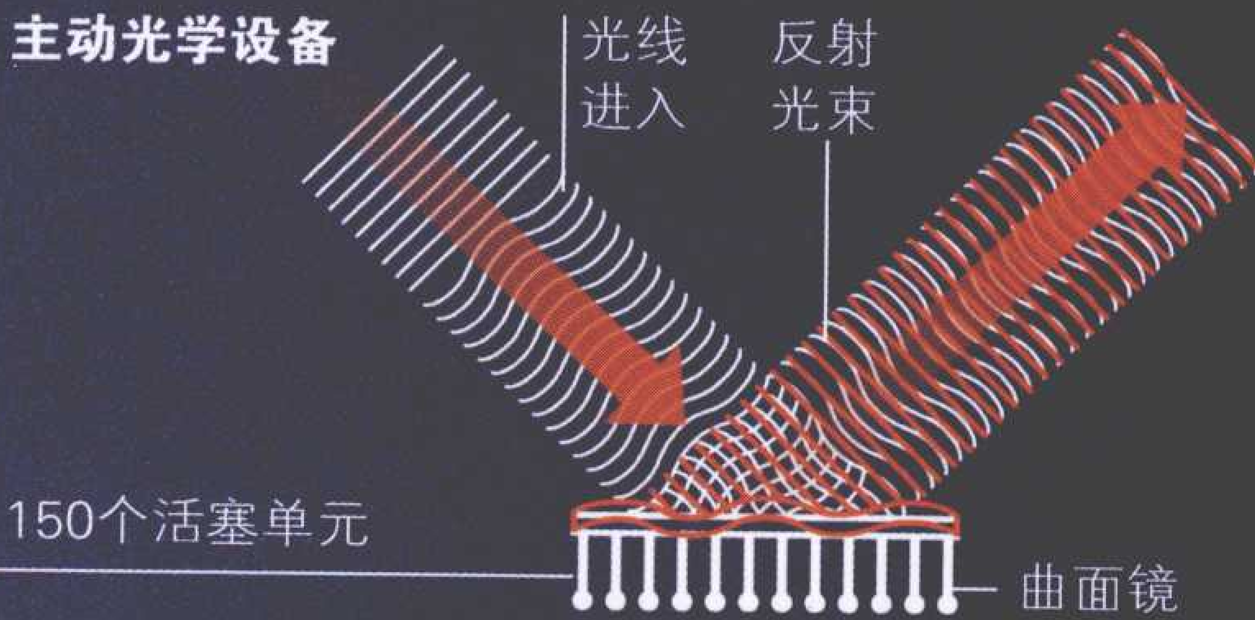
20 000 米^3

海拔高度

2 365 米

主动光学设备

主动光学设备主要用于防止主镜因受到重力影响而变形。甚大望远镜中的主动光学系统含有150个支撑活塞，它们不断地调节主镜的形状，将其维持在最佳状态。



未经矫正的影像

矫正后的影像

VLT

这是“甚大望远镜”的英文首字母缩写形式。



1726年

斋浦尔天文台

位于印度，由大君萨瓦伊·贾伊·辛格二世建造，内有大型六分仪和子午线仪。



1888年

利克天文台

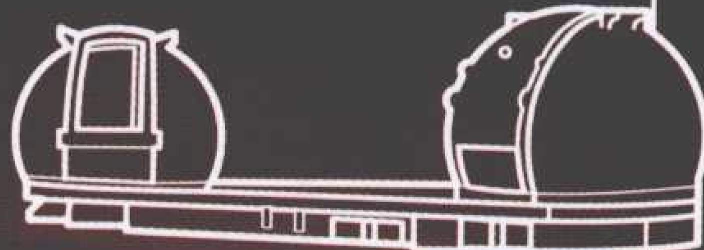
建于美国加州1 300米高的汉密尔顿山上，是第一座建造在高山上的天文台。



1897年

耶基斯天文台

位于美国的威斯康星州，拥有世界最大的折射望远镜。



1979年

冒纳凯阿山天文台

该国际天文台综合基地坐落于夏威夷，内设大型英国、法国及美国天文台。

术 语

北极星

北极星是位于天体北极附近的一颗星。

波长

任何电磁辐射波的两个波峰之间的距离。波长短的辐射（比如X射线）的能量比波长较长的辐射（比如无线电波）能量更高。

不稳定

从一种状态变成另一种能量相对较低状态的趋势。放射性元素衰变变成更稳定的元素。

超大质量黑洞

位于星系中心的黑洞，由落到星系中心地区的物质形成。它的质量可能是太阳的10亿倍之多。

超新星

高质量恒星在其生命终结时发生爆炸产生超新星。

潮汐

一个天体对另一个天体表面的引力作用。地球的海洋潮汐就是其中之一。

磁层

环绕行星表面的球状层，其磁场的力量足以保护该行星免受太阳风的危害。

磁场

靠近磁体、电流或变化的电场的区域。行星、恒星和星系都有延伸到太空中的磁场。

大爆炸

一种宇宙哲学理论，认为宇宙是在大约140亿年以前发生的一次巨大爆炸之后形成的。

大气

由于行星的引力作用而环绕在行星周边的气体层。恒星也有这种外层物质，从恒星内部产生的能量在这里以辐射的形式发射。

大收缩

一种宇宙哲学理论，认为如果宇宙开始收缩，那么最终将会彻底崩溃。

地幔

行星外壳和内核之间的一层。

地球外的

非地球本身的。

电磁辐射

以光速移动的构成磁场和电场的辐射。电磁辐射包括无线电波（长波长）、可见光和伽马射线（波长非常短）。

电荷

导致粒子彼此相吸或相斥的带电性质。电荷要么是正电要么是负电。

电离层

地球大气层中的带电层，位于距离地球表面50~600千米的区域。

反物质

由具有共同特征的亚原子粒子形成的物质，它的电荷与普通物质相反。

反重力

一种假设的力量，与重力相等但方向相反。

范艾伦带

环绕地球的辐射带，在这里地球磁场能够捕捉太阳粒子。

分子

纯物质的最小单位，具有该物质的成分和化学特性。分子由一个或多个原子组成。

伽马射线

能量巨大而波长很短的电磁辐射形式。伽马射线只能由宇宙中最强大的现象形成，比如超新星或中子星聚变。

拱极星

地球上的观测者能够看到的绕着天极旋转的恒星。

光的曲率

光线通过强引力地区时产生的扭曲程度。

光年

标准天体测量单位，相当于光或任何形式的电磁辐射在一年时间里传播的距离，即约10 000 000 000 000千米。

光谱

光谱是物体的电磁辐射色散的结果，这样可以看到其组成波长。源自各种元素而显现出来并划分光谱的暗线反映了物体的成分。

光谱分析

对光谱线的研究，提供恒星或星系的构成成分及其红移信息。

光速

光在真空中传播的速度（大约为300 000千

米/秒）。没有物体的速度可以超过光速。

光污染

源自街道照明和其他人造照明设备的天空亮度，妨碍了对暗淡天体的观测。

光线

电磁辐射的一种，其波长在人类肉眼的可见范围内。

光子

负责电磁辐射的基本粒子。光子是宇宙中最常见的粒子。

广义相对论

艾尔伯特·爱因斯坦在1915年提出的理论。该理论认为引力是由于高质量物体存在而造成的空间—时间弯曲的结果。根据广义相对论，经典的力学现象（比如行星的轨道或物体的坠落）都是由引力造成的，代表了空间—时间内的惯性运动。

哈勃常数

衡量宇宙膨胀率的数字，以千米/秒/百万秒差距表示。哈勃常数目前约为70千米/秒/百万秒差距。

氦

宇宙中第二常见也是第二轻的元素。是大爆炸和恒星核聚变的产物。

行星

由岩石或气体形成环绕恒星运行的接近圆形的天体。行星本身不能发光，但是可以反射其母星光线。

核聚变

相对较轻的元素（比如氢）形成较重元素（比如氦）的核反应。核聚变是使恒星闪烁发光的能量源。

黑洞

一种天体，其密度如此之高以至于光线都不能逃脱它的引力。

黑子

太阳表面相对较冷的暗色斑点。黑子一般位于太阳赤道两侧，由太阳磁场产生。

恒星

巨大的能够发光发热的气体球（一般是氢气）。太阳就是一颗恒星。

恒星质量黑洞

巨大质量的恒星作为超新星爆炸之后产生的黑洞。它的质量约相当于太阳的10倍。

红外辐射

一种热辐射，波长在可见光和无线电波之间。

化学元素

在不改变其化学性质的情况下不会减损的自然界的基本物质。每种元素（比如氢、氦、碳、氧）都有自己的特性。

环形山

在天然卫星或行星的表面由于陨星冲击形成的环形洼地。

黄道

太阳运行一年的路径在天空中形成的一条假想线。地球轨道和其他行星的轨道位置一般都沿着黄道分布。

黄道带

天球上以黄道为中心线的一条环带状区域，太阳、月球以及除冥王星外所有大行星的视运动轨迹都位于这条带内。

彗星

由冰和岩石尘埃形成的绕日运行的天体。当彗星接近太阳时，不断增长的热量导致冰蒸发，形成一个气态头部以及一条由尘埃和气体组成的背向太阳的尾部。

极光

在极地地区的天空中可见到的发光现象，有红色层和绿色层。极光是由于太阳粒子与地球大气层碰撞引起的。

近日点

天体轨道最接近太阳的一点。地球在1月4日左右到达近日点，那时距离太阳147 500 000千米。

柯伊伯带

太阳系中存在彗星等数十亿冰冷天体的带状区域。该区域从海王星轨道延伸到奥尔特云的内界。

空间—时间

宇宙的四维概念，根据这个概念，长度、宽度和高度构成三个维度，而时间则是第四个维度。

孔径

指望远镜或目镜的主镜头直径。孔径越大，设备接收到的光线越多。

力量

一种能够改变物体运动或形状的能量。

粒子

在粒子物理学中，粒子是物质中的极小个体成分，具有特定的质量、电荷和其他特性。

密度

单位体积物质的质量（等于物体的质量除以体积）。

内爆

在面对巨大的外部压力时物体本身的崩溃。

内核

对行星而言，内核是指其固态的高压力中央团块；对恒星而言，内核是指其经历核聚变的中央区域；在星系中，内核是最内部核心区域的光年。

能量

做功的能力。

氢

宇宙中最常见也是最轻的元素，是恒星和星系的主要成分。

日冕

太阳的上层大气，在发生日全食时可以见到其珍珠似的光晕。

色球层

太阳大气的最低层。该层发出粉红色的光，只有在日全食时更明亮的光球层被遮蔽之后才能看到。

射电星系

发射无线电波和光的活跃星系。绝大部分的无线电发射源自星系的内核。

食

一个天体对另一个天体的视觉性遮盖。当月球经过地球阴影的时候发生月蚀；当地球经过月球阴影的时候发生日蚀。

事界

黑洞的边缘。

衰变

放射性元素和不稳定粒子变成稳定物质的过程。也是黑洞最终消失的方式。

太空

所有天体的运行环境。

太阳风层

环绕太阳的空间区域，在这个区域中其作用明显。该层绕太阳延伸大约100个天文单位。

太阳耀斑

由于太阳的两圈磁场碰撞而在太阳表面产生的巨大爆炸。

太阳质量

质量标准单位，宇宙中其他物体可以与之比较。太阳质量相当于地球质量的333 000倍。

碳

宇宙中最常见的一种元素，由恒星产生。所有已知生命的存在都以碳元素为基础。

天顶

地平线上方天空90° 处的点（即观测者正上方的点）。

天文学

研究宇宙的科学，是研究星系、恒星、行星、卫星、彗星、小行星和其他天体的物理特征、运动、距离、形成和相互作用的科学。

椭圆轨道

形状像一个压扁了的圆形的轨道，所有轨道都是椭圆形的。

外壳

行星或天然卫星表面的岩石层。

温室效应

阻止行星表面热量逸入太空的气体（比如二氧化碳和甲烷）造成的温度升高。

物质

物理对象的自然实体，占据一定空间。

小行星

太阳系中由岩石、金属单独或共同形成的小天体。绝大多数环绕太阳的小行星的轨道在火星和木星之间。它们的大小从数十米到数百千米不等。

新星

在数天或数周内亮度大大增加，然后慢慢减弱的恒星。绝大多数新星可能出现在双星系中，

其中的白矮星从其伴星吸引物质。

星际空间

恒星之间的宇宙空间。

星盘

测量天体位置和运动的古老天文仪器。

星团

由于引力而相互连接在一起的一组恒星。疏散星团是数百颗恒星的分散集群；球状星团是数百万颗古老恒星组成的致密区域。

星系

由于引力而结合在一起的数以十亿计的恒星、星云、尘埃和星际气体的集合体。

星系际空间

星系之间的宇宙空间。

星系群

由于引力而聚合在一起的星系团体。

星系细丝

由超星系团形成的向太空伸展的结构体。细丝是宇宙中最大的结构体，被巨大空洞间隔。

星云

太空中的气体和尘埃云团。当星云反射星光或阻挡了它们背后的光源时，我们可以看到它们。

星座

天空中的恒星群。星座的名字往往是神话中的人物或动物名字。对天文学家而言，星座将天空划分为不同的区域。

湮灭

当物质遇到反物质时，突然能量爆发造成物质的彻底毁灭。

氧

对生命和宇宙膨胀至关重要的化学元素。氧占地球大气的21%。

银河

太阳和太阳系所在的星系，呈现为划过我们夜空的一条朦胧的可见光带。

引力

物体之间的吸引力，比如地球和月球之间的引力。

引力波

太空中以光速传播的波，由巨大质量的物体运动而产生。

原子

带有所有元素特性的元素最小组成部分。一般而言，原子由三种亚原子粒子构成：中子、质子和电子。

远地点

月球或任何环绕地球运行的人造卫星距离地球最远的位置。

远日点

天体运行轨道距离太阳最远的一个点。地球在7月4日左右到达远日点，此时距离太阳152 600 000千米。

月海

月球表面的大型黑暗区域。人类原以为月海是海洋，但实际上是由火山岩覆盖的巨大洼地。

月球

地球的天然卫星。其他行星的天然卫星也称为卫星，并有自己的名字。

陨星

撞击行星或卫星表面的岩石或金属物体，撞击点可能形成陨坑。

真空

含有极少物质或没有物质的空间。

质量

物体所含物质的总体数量。

质子

带正电子的亚原子粒子，构成原子核的一部分。

中子

不带电荷的亚原子粒子。中子构成原子核的一部分（普通氢原子除外）。

中子星

主要是由中子构成的瓦解恒星。

索 引

A

阿利斯塔克斯，82
阿诺·彭齐亚斯，15
埃德温·哈勃，15，32，33，83
矮行星，5，58，60，61
　另请参见“冥王星”
爱达（小行星），63
艾尔伯特·爱因斯坦，16
艾伦·古思，11
艾萨克·牛顿，16，17，83
暗能量，13，14
暗物质，4，6~7，11，12，13
奥尔特云（太阳系区域），60，64
奥林匹斯山（火星），38~39，49

B

巴比伦，85
巴拉纳尔天文台，90，91
白矮星（星体），23，25，26~27，31
板块，72，73
半人马座ω（星团），21
半影，43，78，79
半影月食，79
背景辐射，11，15
本影，43，78
边界激波区域（太阳系区域），83
扁平宇宙，14，16
冰雹，69
不规则星系，33

C

草帽星系，32~33
超巨星（星体），28，31
超新星，12，19，22，23，26，28~29
超新星1987A，28
超星系团（星系），9
潮，51，76
赤经，87
斥力，自然力，17
虫洞，31
臭氧层，68，71
触角星（NGC4038和NGC4039），星系碰撞，32~33
创造，10~11
　大爆炸理论，10，12，13，14，15，32，34，83
　宇宙膨胀，10，11
　时间和温度，10~13
磁场，37，45，51，54，69
磁反转，54
磁圈，51

D

大暗斑（海王星），57
大爆炸理论，10，12，13，14，15，32，34，83
大潮，76
大红斑（木星），50，51
大陆漂移，72~73
大麦哲伦星云（星系），28，36
大气
　地球，46，66，68，70，71
　木星，50
　月食，79
　火星，49
　水星，45
　海王星，57
　冥王星，59
　土星，53
　太阳的大气，42
　厚度，71
　天王星，54，55
　金星，46
大收缩，14，15
大自然的力量，16~17
　电磁，11，16，17，69
　重力，11，14，16，69
　核相互作用，11，16，17
　统一的，11，16
等离子，43
地球，39，41，66~75
　鸟瞰图，66~67
　远日点，75
　大气，46，66，68，70，71
　轴倾，69，74，75
　宇宙的中心，4，5，82
　年代表，73
　与火星比较，48
　成分，70
　大陆漂移，72
　冷却，73
　距离太阳，68
　食，78~79
　春分和冬至，74，75
　基础数据，69
　进化过程，62
　形成，13，72~73
　地理坐标，75
　重力，69
　水圈，71
　内部结构，70~71
　岩石圈，71
　磁场，69，70
　磁反转，54
　月亮和潮汐，68，76~77
　运动，74~75
　夜空，84~85，88~89
　章动，74
　海洋，68，73
　把地球的历史压缩至一天，72
　轨道，75
　起源，8，73
　臭氧层，71
　近日点，74
　公转，68，74
　旋转，21，68，74
　太阳辐射，71
　热层，71
　潮汐，76
　时区，75
　水，68~69，71，73
　人类能够到达的地底深度，70
地球之音（旅行者唱片），83
地图，天体制图学，86~87
地心说（天文理论），82
地震，72
地质，73
电磁学，11，16，17，69
多普勒效应，21，32

E

$E=mc^2$（公式），16

F

发光，恒星，20~21，24
反粒子，10，11
反物质，10
反重力，15，16
范艾伦辐射带，69
风，51，53
封闭宇宙，14
辐射，10，11，12，29
  背景，11，15
  太阳，67，71
俯冲，72

G

伽利略，5，36，51，83
哥白尼的革命性理论，83
格林威治子午线，75
构造板块，地球，73
谷神星（小行星），63
固有亮度（恒星），20
拐点，15
观察：见"观星"
观星，88~89
  辅助望远镜，91
  基本要素，88
  双筒望远镜，88
  彗星，89
  平面透视图，89
  观星历史，82~83
  观星仪器，82
  方位的测量，89
  月球，88，89
  星座的移动，88
  夜空，88
  观测对象，88
  天文台，80~81，90~91
  识别对象，88，89
  卫星，89
  流星，89
  物品，88
  望远镜，88
  肉眼，88
  金星，89
  甚大望远镜，90~91
光
  弯曲，17
  光谱分析，21
光环
  木星，51
  海王星，56
  土星，52
  天王星，55
光年，8，20
光谱，21
光谱型（星体），20
光球层（太阳），43
光子，10，12，42
广义相对论，16，31
轨道，40
  地球，75
  阋神星，60~61
  火星，48
  水星，44，45
  海王星，60
  冥王星，58，59，60~61
  土星，60
  天王星，60
国际天文学联合会，58，60

H

哈勃太空望远镜，55，58
哈雷彗星，64
海王星，40，56~57
  轨道，60~61
  探测任务，56，83
海洋，生物，73
氦，11，12，17，20，22，24，42，57
核相互作用，11，16，17
赫罗图（H-R图），20，24，25
黑矮星（恒星），23
黑洞，4，15，19
  活跃星系，34
  反重力，15，16
  发现，30
  形成，22，23，29，30
  引力，30，31
  银河，37
  温度，35
恒星风，25
红超巨星（星体），23，24
红巨星（星体），23，24，25，31
红色星球：见"火星"
红移，多普勒效应，21，32
蝴蝶星云（M2-9），26
化石，73
环形山
  地球（陨石撞击），62
  水星，44
  月球，77
彗星，5，64~65，89
  形成，65
  贾科比尼—津纳彗星，64
  哈雷彗星，64
  柯伊伯带，6，60，64
  探测任务，64
  部分，64，65
  类型，64
浑天仪，82，90
活跃星系，34~35
火山作用，41，47，49，77
火星，39，41，48~49
  探索，48~49
  奥林匹斯山，38~39，49

J

极地星图，86
甲烷，58
贾科比尼—津纳彗星，64
降水，69
胶子，10，11，17
金星，41，46~47，89

K

卡戎（冥王星的卫星），58
卡西尼环缝（土星环），52
开放宇宙，15
开普勒，40，82
柯克伍德空隙，小行星带，63
柯伊伯带，5，59，60~61，64
空间维度，14
恐龙，大灭绝，62
夸克，10，11，17
夸欧尔，柯伊伯带天体，60，61

L

蓝移，多普勒效应，21
老鼠（星系4676），星系碰撞，32
类星体，18，34，35
两月星图，86
裂谷，72
临界质量，14，15
零时间，10
另请参见“甚大望远镜”
流星，62，89
露水，69
罗伯特·威尔逊，15
螺线图星云（IC418），26
螺旋形星系，32，33
螺旋星云（NGC 7293），27

M

脉冲星，18，29，31
猫眼星云（NGC6542），26~27
昴宿星（恒星形成），21
秒差距，20
冥王星，5，58~59
直径，60，61
轨道，58，59，60
木星，41，50~51
探测任务，51，83

N

NGC 6751（星云），25
内行星，41
尼古拉斯·哥白尼，5，82
凝结，69

P

偏食
月偏食，79
日偏食，78
平行线，地理坐标，75
平面透视图，89

Q

气体，12，34，37
钱德拉塞卡极限，恒星坍塌，26
强核力（强核互动），11，16，17
乔治·伽莫夫，15
氢，11，12，17，20，21，22，24，26，42，57
球体投影图（星轮），86，89
球状星团，21
全食
日全食，78
月全食，79

R

热核聚变，42
人马座A和B（气云），37
日珥，43
日环食，78
日历，74，82
日冕（太阳），43
日食，78~79
日心说（天文理论），83
弱核力，17
弱核力（弱核互动），11，16，17

S

赛德娜，直径，61
色彩（恒星），20~21
色球层，43
沙漏星云（MYCN 18），27
沙罗周期，日（月）食，79
莎士比亚，55
射电干涉量度法，91
射电星系，35
神话（星座），85
甚大望远镜（VLT），81，90~91
辅助望远镜，90
圆屋顶，90
光学，90，91
成像，90~91
生命的存在，5，8，12，68，72~73，83
星座，84~85
石陨石，62
时差，75
时间，16，17
时空弯曲，16，31
格林威治子午线，75
度量，74，82
时区，75
时间—空间的弯曲，16，31
时间维度，14
时钟，74，82
食，78~79
月食，79
从地球上观测，79
日食，78
电子，10，11，12
视差，21
疏散星团，21
双行星，58
霜冻，69
水，44，46，48，68，71
水手谷（火星），49
水星，41，44~45
史蒂芬·霍金，5，14

T

太空探索，44，47，48，49，55，56，64，76，83
太阳，22，42~43
古人对太阳的认识，38
天文理论，82，83
对流层，42
核心，43
日冕，43
太阳与地球的距离，78
日（月）食，78~79
基础数据，42
太阳的形成，13
太阳的未来，25
引力，31，40，41
亮度，20
光球层，43
辐射，67，71
辐射层，42
大小，31，78
表面和大气层，43
太阳风，43，49，51，69
太阳辐射，67，71
太阳黑子，43，83
太阳系，38~65
构成，38，40~41
地球，39，41，66~67
阋神星，61
形成，13
内行星，41
木星，40，41，50~51
火星，39，41，48~49
水星，41，44~45
海王星，40，56~57
外行星，40
冥王星，5，58~59
土星，40，52~53
边界激波区域，83
天王星，40，54~55
金星，41，46~47
太阳星云，72
太阳耀斑，43
碳，12，24
天球赤道，86，87
天球，86，87
天体制图学，86~87
另请参见“星图”
天王星，40，54~55
探测任务，55，83
轨道，60
天文台
卡拉科尔天文台，90
斋浦尔天文台，91
利克天文台，91
冒纳凯阿山天文台，91
巴拉纳尔天文台，90
巨石阵，80~81，90
耶基斯天文台，91
天文学，40，80~91
大爆炸理论，10，12，13，14，15，32，34，83
地心说，82
日心说，83
罗马天主教教会的反对，82，83
另请参见“空间探索”、“观星”
天蝎座（空间区域），20~21
天鹰星云，4
铁陨石，62
土星，40，52~53
探测任务，83
轨道，60
托勒密，4，5，82

W

WMAP（威尔金森微波各向异性探测器）计划，11
外行星，40
万有引力理论，16，17
望远镜，4，82
辅助，90
伽利略，5，36，83
哈勃太空望远镜，55
实际位置，17
部分，88~89
甚大望远镜，90~91
可见物质，5，12
纬度，75，87
卫星，6，55，56，59
伽利略，51
木星，51
火星，48
海王星，56
冥王星，58
土星，52
天王星，55
另请参见“月球”
温度
黑洞，35
星体，20，24
温室效应，金星，46
武座星群（星系6205），33
物质，10，11，12，13，30
吸积盘，30，34，35，37
吸引力，自然的力量，16，17，31
细丝，9，12，29
相
月相，77
金星相，47

X

X射线，黑洞，30
小潮，76
小行星，5，63
小行星带，40，41，63
协调世界时（UTC），75
蟹状星云（M1），29
星轮（球体投影图），86，88，89
星盘，82
星体，84~85
黑矮星，23，24
蓝色，20
亮度，20
日历（历法），82
天球，86~87
图表：见“星图”
颜色，20
组成，12，20，21，29
星座，37，84~85，88
对流单体，24

核心，24，28，31
死亡，24~25，28，29
与地球的距离，20，21
多普勒效应，21
尘粒，25
终止，29
最终的黑暗，30~31
形成，12，22~23，28，34
气壳，26~27
星团，21
赫罗图，20，24，25
热点，25
生命周期，22~23，24~25，26，28，30
亮度，20~21，25
主序，20
最大质量，26
导航，5
近，8
起源，22~23
视差，21
行星状星云，26
主要恒星，距离太阳100光年，20~21
红巨星，20，23，24，25，31
红超巨星，20，23，24
参考点，84
流星，62
大小，22，24，26
星体运动，87
恒星残余物，29
研究，80
超巨星，24，28，31
超新星，28~29
迷信和仪式，80
温度，20，24
白矮星，23，24，25，26~27，31
另请参见“太阳”
星图，5，86~87
天球，86
赤道，87
测量距离，86
观测者所在的纬度，87
极地，87
如何看懂天图，87
星体运动，87
星体北极，86
星体南极，87
类型，87
星系，8，9
活跃的，34~35
解析，32~33
分类，33，35
星系团，33
碰撞，32~33
能量释放，34
扩张（膨胀），8，83
形成，12，32，33，35
银河系，33
老鼠，32
银河，5，8，32，33，36~37
数量，9
形状，12，32
稳定性，35
子分类，33
超星系团，9
总数，9
类型，32
星云，22
蝴蝶星云，26
猫眼星云，26~27
蟹状星云，29
船底座伊塔星云，18~19，29，36
螺旋星云，27
沙漏星云，27
NGC 6751，25
行星的，3，22，23，25，26
太阳的，72
螺线图星云，26
星子，41
星座，84~85
仙女座，9，85
水瓶座，85，87
白羊座，84，86
巨蟹座，86
摩羯座，85，87
仙后座，85
天球，86~87
半人马座，85
文化解释，85
发现，84
平面透视图，89
双子座，86
狮子座，84，86
天秤座，85，87
定位，86，88~89
距离测量，86
运动，88
神话人物，85
星座命名，84
赤道附近的星座，84
数量，84
观察，84，88~89
蛇夫座，85
发源地，84
猎户座，85，88
英仙座，85
双鱼座，84，86
人马座，37，85，87
天蝎座，85，87
天空的变化，84
金牛座，84，86
大熊座，85
处女座，85，87
黄道十二宫，84~85，86~87
行星，5，40~41
太阳系以外发现，61
形成，41，62
内行星，41
不规则运动，83
观察（观测），89
轨道，40
外行星，40
残留物，62
公转，41
另请参见具体词条，如“地球”，“火星”
行星状星云，3，22，23，25，26
雪，69

Y

亚里士多德，82
亚历山大·蒲柏，55
亚原子粒子，10
耀变体（星系），35
伊曼纽尔·康德，32
银河系，5，8，32，33，35，36~37
引力子，10
婴儿宇宙，15
宇宙
背景辐射，11，15

组成，8~9，14
冷却，12
创造，10~11
时空弯曲，16
定义，6~7
扩张（膨胀），7，8，10，11，13，16，33，83
扩张理论，14~15
力，11，16~17
宇宙的将来，14
地心说，82
日心说，83
宇宙的历史，13
观察（观测）宇宙，80~81，90~91
宇宙的奥秘，4~5
宇宙的浩瀚，8
透明，12~13
宇宙空洞，8
宇宙膨胀理论，10，11
雨，69
原恒星，22
原星系，12
原子，10，11，12，17
远日点，75
月球（地球），68，76~77，89
食，79
景观，77，83
观看，88
月食，79
陨石，62~63
另请参见“小行星”

Z

占星术，黄道十二宫，84~85
针状物，43
正电子，11，42
至点（夏季和冬季），74，75
质量，16，17
质子，11，12，17，42
智人（首次出现），13，72，73
中铁陨石（陨石），62
中微子，11，17，42
中子，11，17，42
中子星，22，23，29，31
重力（引力），11，12，14，16，17
黑洞，30，31
暗物质，7
地球，69
星系的形成，12，34，35
木星和小行星带，41
银河，37
月亮，76
牛顿的理论，16，17
降水，69
太阳，40，41
潮汐，76
重量，69
重量，与重力关系，69
主动光学设备，91
主序，恒星的生命周期，20
撞击坑，44，62，77
自生宇宙，15